

Η βιολογική σημασία της μείωσης

8. Τι διασφαλίζει η μείωση σε συνδυασμό με τη γονιμοποίηση στο δημιουργούμενο ζυγωτό;

Απ.

- Η μείωση σε συνδυασμό με τη γονιμοποίηση διασφαλίζει στο ζυγωτό που θα προκύψει μια πλήρη σειρά χρωμοσωμάτων και γονιδίων. Έτσι, ο οργανισμός που θα προέλθει από το ζυγωτό αυτό εκδηλώνει, όπως οι γονείς του και τ' αδέρφια του, το σύνολο των βασικών γνωρισμάτων που προσδιορίζει το είδος τους.
 - Ταυτόχρονα όμως, κάθε οργανισμός έχει πάρει από τους γονείς του, μέσω των γαμετών τους, μια μοναδική συλλογή χρωμοσωμάτων και γονιδίων, που είναι απίθανο να υπάρχει σε κάποιο από τα αδέρφια του. Αυτή η μοναδική συλλογή αποκτάται χάρη στους μηχανισμούς του επιχιασμού και του ανεξάρτητου συνδυασμού των χρωμοσωμάτων πατρικής και μητρικής προέλευσης που γίνονται κατά τη μείωση I αλλά και εξαιτίας της διαδικασίας της γονιμοποίησης κατά την οποία γίνεται τυχαία σύντηξη αρσενικού και θηλυκού γαμέτη.
9. α. Τι ονομάζεται ανεξάρτητος συνδυασμός χρωμοσωμάτων και πότε αυτός συμβαίνει;
β. Ποια είναι η βιολογική του σημασία;
γ. Από ένα άωρο γεννητικό κύτταρο που φέρει δύο χρωμοσώματα και υφίσταται μείωση: i. πόσες είναι οι πιθανές διαφορετικές διατάξεις των ζευγών των ομόλογων χρωμοσωμάτων κατά τη μετάφαση I στο ισημερινό επίπεδο του κυττάρου και ii. πόσοι είναι οι διαφορετικοί συνδυασμοί των μη ομόλογων χρωμοσωμάτων που μπορούν να πραγματοποιηθούν κατά τη μετάφαση I (ανεξάρτητοι συνδυασμοί μη ομόλογων χρωμοσωμάτων μητρικής και πατρικής προέλευσης) με βάση τους οποίους θα προκύψουν οι διαφορετικοί γαμέτες;

Απ.

- α. Σε κάθε άωρο διπλοειδές ($2n$) γεννητικό κύτταρο που υφίσταται μείωση, τα μισά χρωμοσώματα είναι μητρικής και τα άλλα μισά πατρικής προέλευσης. Στη μετάφαση I, λόγω σύναψης, τα ομόλογα χρωμοσώματα εξακολουθούν να βρίσκονται σε ζεύγη καθένα από τα οποία αποτελείται από ένα μητρικό και ένα πατρικό χρωμόσωμα. Τα ζεύγη των ομόλογων χρωμοσωμάτων μετακινούνται με τα ινίδια της ατράκτου και διατάσσονται με τυχαίο προσανατολισμό στο ισημερινό επίπεδο, έχοντας πλησιέστερα προς τον έναν συγκεκριμένο πόλο είτε το μητρικό είτε το πατρικό ομόλογο χρωμόσωμα. Συνεπώς, στη φάση αυτή, κάθε ζεύγος ομόλογων χρωμοσωμάτων παίρνει θέση στο ισημερινό επίπεδο ανεξάρτητα από τα άλλα ζεύγη. Έτσι, στην ανάφαση I, τα χρωμοσώματα κάθε ζεύγους διαχωρίζονται και κινούνται ανεξάρτητα προς τον έναν ή τον άλλον πόλο, δηλαδή κάθε χρωμόσωμα από κάθε ζευγάρι μπορεί να μετακινηθεί είτε προς

τον έναν ή τον άλλον πόλο, και συνεπώς στο τέλος της μείωσης I σε κάθε θυγατρικό κύτταρο διανέμεται διαφορετικός συνδυασμός χρωμοσωμάτων μητρικής και πατρικής προέλευσης. Ο μηχανισμός αυτός ονομάζεται **ανεξάρτητος συνδυασμός χρωμοσωμάτων**.

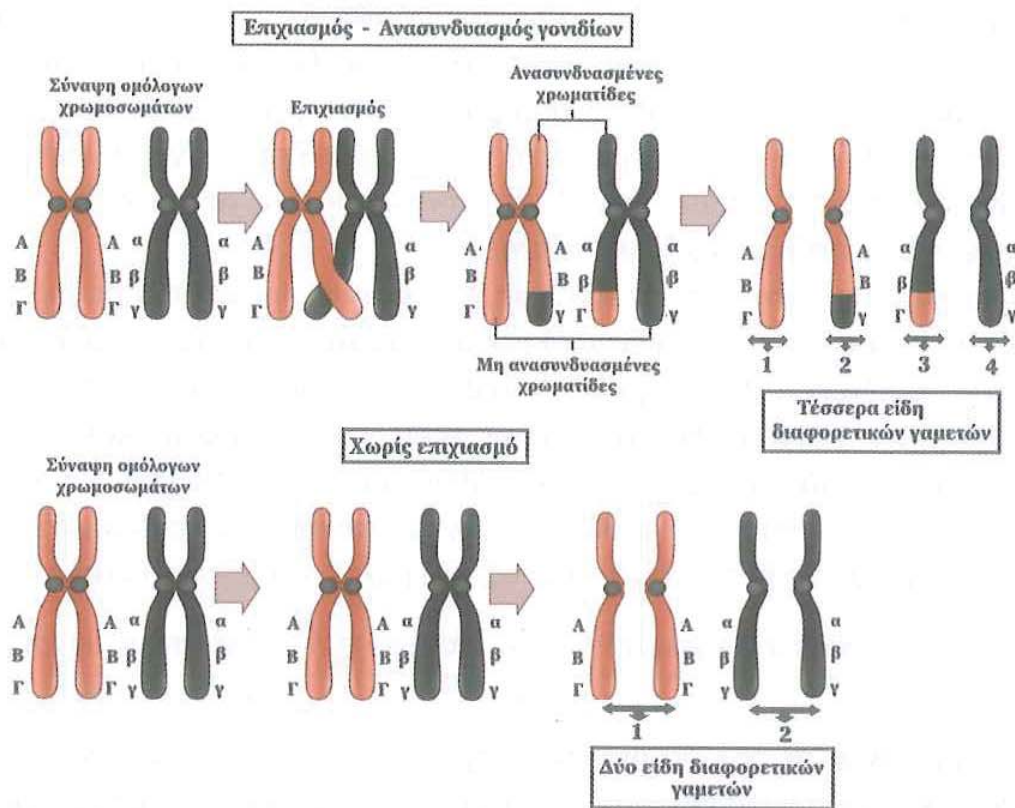
- β. Χάρη στον ανεξάρτητο συνδυασμό χρωμοσωμάτων, δημιουργείται ένα πλήθος από νέους συνδυασμούς μη ομόλογων χρωμοσωμάτων μητρικής και πατρικής προέλευσης και συνεπώς και ένα πλήθος από νέους συνδυασμούς γονιδίων που βρίσκονται σε μη ομόλογα χρωμοσώματα (**αναδιανομή γονιδίων**). Με τον τρόπο αυτό, δημιουργείται ένας μεγάλος αριθμός γαμετών με διαφορετική γενετική σύσταση (διαφορετικό συνδυασμό χρωμοσωμάτων και συνεπώς γονιδίων) από τα διάφορα άωρα γεννητικά κύτταρα που υφίστανται μείωση, γεγονός που **προάγει τη γενετική ποικιλιότητα και την εξέλιξη**.
- γ. i. Οι πιθανές διαφορετικές **διατάξεις** των ζευγών των ομόλογων χρωμοσωμάτων στο ισημερινό επίπεδο του κυττάρου κατά τη **μετάφαση I** είναι 2^{n-1} , όπου n ο αριθμός των διαφορετικών ζευγών χρωμοσωμάτων του οργανισμού. Αυτό σημαίνει ότι κάθε άωρο γεννητικό κύτταρο που υφίσταται μείωση εμφανίζει στο αντίστοιχο στάδιο **μία απ' αυτές τις πιθανές διατάξεις**.
- ii. Οι διαφορετικοί συνδυασμοί των μη ομόλογων χρωμοσωμάτων που μπορούν να εμφανιστούν στους διαφορετικούς γαμέτες από τα άωρα γεννητικά κύτταρα που υφίστανται μείωση είναι 2^n . Αντίστοιχος είναι και ο αριθμός των διαφορετικών γαμετών. Αυτό για τον άνθρωπο σημαίνει ότι κάθε γαμέτης του φέρει έναν από τους 2^{23} (περίπου 8.400.000) διαφορετικούς συνδυασμούς που μπορούν τα άωρα γεννητικά του κύτταρα να παράγουν κατά τη μείωση.

 Τι επιτυγχάνεται με τον επιχiasμό που συμβαίνει στην πρόφαση I και ποια είναι η βασική διαφορά του από τον ανεξάρτητο συνδυασμό χρωμοσωμάτων που συμβαίνει στη μετάφαση I;

Απ.

- Ο επιχiasμός ανασυνδυάζει πατρικά και μητρικά γονίδια που βρίσκονται στο ίδιο ζεύγος ομόλογων χρωμοσωμάτων. Αυτό συμβαίνει διότι με την ανταλλαγή ομόλογων (αντίστοιχων) χρωμοσωμικών τμημάτων που γίνεται μεταξύ των **μη αδελφών χρωματίδων** των ομόλογων χρωμοσωμάτων ανταλλάσσονται και τα γονίδια που τα τμήματα αυτά φέρουν. Έτσι, κάθε χρωματίδα στην οποία έχει συμβεί ένας ή περισσότεροι επιχιασμοί θα φέρει τελικά ένα «μείγμα» γονιδίων πατρικής και μητρικής προέλευσης. **Να σημειωθεί** ότι καθεμία αδελφή χρωματίδα ενός διπλοειδούς χρωμοσώματος μπορεί να κάνει ένα ή περισσότερους επιχιασμούς είτε με τη μία **μόνο** είτε και με τις **δύο** αδελφές χρωματίδες του άλλου ομόλογου χρωμοσώματος στο αντίστοιχο ζεύγος ομόλογων χρωμοσωμάτων. Συνεπώς, με τους επιχιασμούς αυξάνεται ακόμη περισσότερο

ο αριθμός των διαφορετικών γαμετών ($>2^n$) που μπορούν να παραχθούν από τα άωρα γεννητικά κύτταρα ενός ατόμου, όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα:



- Αντίθετα, με τον ανεξάρτητο συνδυασμό των μη ομόλογων χρωμοσωμάτων γίνεται αναδιανομή των πατρικών και μητρικών γονιδίων στα θυγατρικά κύτταρα.
- Γιατί είναι στατιστικά απίθανο δύο αδέρφια από τους ίδιους γονείς να έχουν την ίδια συληλογή χρωμοσωμάτων και γονιδίων από τους δύο γονείς τους ώστε να είναι γενετικά πανομοιότυπα, δηλαδή γιατί κάθε απόγονος ενός ζευγαριού είναι γενετικά μοναδικός (ούτε προϋπήρξε ούτε θα υπάρξει στο μέλλον άηλο γενετικά πανομοιότυπο αντίγραφο του);

Απ.

Ο συνδυασμός των δύο μηχανισμών, του ανεξάρτητου συνδυασμού των μη ομόλογων χρωμοσωμάτων και των επιχιασμών, έχει αντίστοιχα ως συνέπεια ο κάθε γαμέτης να διαθέτει ένα μοναδικό «μείγμα» γονιδίων πατρικής και μητρικής προέλευσης που βρίσκονται σε διαφορετικά χρωμοσώματα και ταυτόχρονα ένα μοναδικό «μείγμα» γονιδίων που βρίσκονται στο ίδιο χρωμόσωμα.

Κατά τη δημιουργία των γαμετών στον άνθρωπο, λόγω του ανεξάρτητου συνδυασμού των χρωμοσωμάτων (στη μετάφαση Ι), μεταφέρεται (μετά τον ισότιμο διαχωρισμό τους κατά την ανάφαση Ι) στους πόλους ενός άωρου γεννητικού κυττάρου που υφίσταται μείωση, ένας τυχαίος συνδυασμός πατρικών και μητρικών χρωμοσωμάτων από τους πιθανούς 2^{23} τέτοιους συνδυασμούς.

Επομένως, κάθε γαμέτης αποτελεί ένα από τα $2^{23} = 8.400.000$ περίπου διαφορετικά είδη γαμετών που είναι δυνατόν να παραχθούν. Με τον τρόπο αυτό, η πιθανότητα

νότητα να έχουν δύο αδέρφια από τους ίδιους γονείς τον ίδιο συνδυασμό μητρικών και πατρικών χρωμοσωμάτων είναι $1/2^{23} \times 1/2^{23} = 1/2^{46}$, δηλαδή περίπου 1 στα 70 τρισεκατομμύρια, γεγονός που είναι **στατιστικά απίθανο**.

Αν μάλιστα ληφθεί υπόψη και ο γενετικός ανασυνδυασμός και η ανακατανομή των πατρικών και μητρικών γονιδίων που επιτυγχάνεται μέσω των επιχιασμών (όπως αναλύθηκε στην προηγούμενη ερώτηση) καθώς και η δημιουργία ποικιλομορφίας λόγω μεταηλλάξεων, ο αριθμός των διαφορετικών γαμετών που μπορεί να δώσει ο κάθε γονέας είναι **πολύ μεγαλύτερος από 2^{23} !!!**

Συνεπώς, σε μια οικογένεια, αν εξαιρέσει κανείς την περίπτωση των μονοζυγωτικών διδύμων, κάθε απόγονος είναι **γενετικά μοναδικός**. Αν αυτό ισχύει σε μια οικογένεια που έχουν συγγένεια α' βαθμού, πολύ περισσότερο θα ισχύει και για άτομα που δεν είναι συγγενικά. Δηλαδή **κάθε άνθρωπος είναι γενετικά μοναδικός**, αφού ούτε υπήρξε ούτε θα υπάρξει στο μέλλον άλλος άνθρωπος με την ίδια γενετική σύσταση!

Το γεγονός αυτό, που είναι η ουσία της γενετικής ποικιλότητας που χαρακτηρίζει τους αμφιγονικά αναπαραγόμενους οργανισμούς, έχει **μεγάλη σημασία για την εξέλιξη**.

Ε. Ποια είναι η σημασία της γενετικής ποικιλότητας για την εξέλιξη των οργανισμών;

Απ.

- Λόγω της γενετικής ποικιλότητας που χαρακτηρίζει τα άτομα που αναπαράγονται αμφιγονικά, όπως αναλύθηκε στην προηγούμενη ερώτηση, κάθε οργανισμός φέρει στα κύτταρά του έναν μοναδικό γενετικό συνδυασμό χρωμοσωμάτων και γονιδίων.
- Μερικοί από αυτούς τους συνδυασμούς γονιδίων (άρα και των γνωρισμάτων που επηρεάζονται από τα γονίδια αυτά) είναι επιτυχέστερος απ' ό,τι άλλοι, με την έννοια ότι προσφέρουν μεγαλύτερες δυνατότητες επιβίωσης και αναπαραγωγής στον φορέα τους σε συγκεκριμένες περιβαλλοντικές συνθήκες.
- Έτσι, κάθε πληθυσμός περνά στις επόμενες γενιές του, τους πιο ευνοϊκούς συνδυασμούς γονιδίων και γνωρισμάτων, γεγονός που συμβάλλει και **προάγει την εξέλιξη των οργανισμών**.

Ε. α. Με ποιον τρόπο και με ποιο είδος κυτταρικής διαίρεσης αναπαράγονται οι προκαρυωτικοί οργανισμοί και πόσα θυγατρικά προκύπτουν απ' αυτήν;

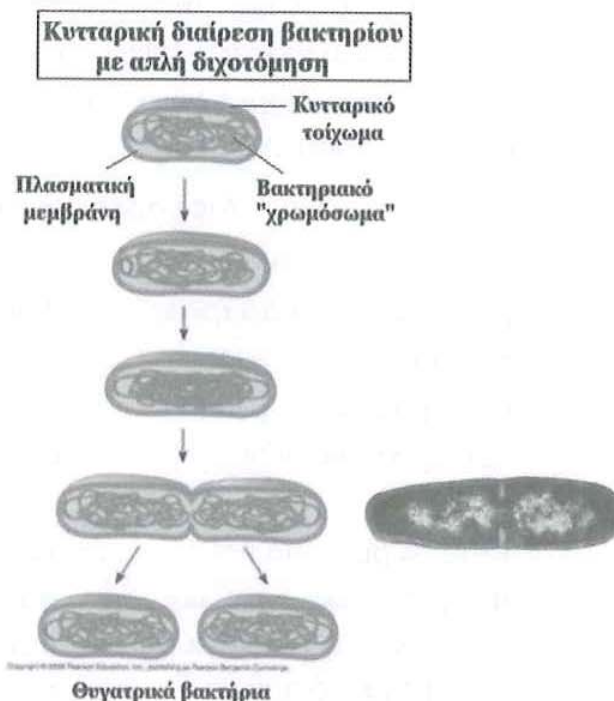
β. Να αναφέρετε τις διαδικασίες που γίνονται κατά τη διάρκειά της.

Απ.

- α.** Η κυτταρική διαίρεση με την οποία αναπαράγονται οι προκαρυωτικοί οργανισμοί χαρακτηρίζεται ως **απλή διχοτόμηση** και είναι πολύ απλούστερη από τη μίτωση που αποτελεί τον βασικό τύπο διαίρεσης των ευκαρυωτικών οργανισμών. Απ' αυτήν προκύπτουν **δύο θυγατρικά κύτταρα** που είναι πανομοιότυπα σε μέγεθος και γενετική σύσταση (εκτός εάν συμβεί κάποια μετάλλαξη) τόσο μεταξύ τους όσο και με το αρχικό κύτταρο από το οποίο προήλθαν. Συνεπώς οι προκαρυωτικοί οργανισμοί αναπαράγονται **μονογονικά**.

β. Οι διαδικασίες που γίνονται κατά τη διάρκεια της **διχοτόμησης** είναι:

- Το βακτηριακό «χρωμόσωμα» που βρίσκεται στην πυρηνική περιοχή και αποτελείται από ένα κύριο κυκλικό μόριο DNA αυτοδιπλασιάζεται. Τα δύο χρωμοσώματα μοιράζονται στα θυγατρικά κύτταρα με τη βοήθεια της πλάσματικής μεμβράνης χωρίς τη δημιουργία ατράκτου.
- Κατά τη διάρκεια του αυτοδιπλασιασμού του βακτηριακού «χρωμοσώματος» το βακτηριακό κύτταρο επιμηκύνεται και τελικά γίνεται διπλάσιο του αρχικού.
- Τη διανομή του γενετικού υλικού ακολουθεί η διαίρεση του κυτταροπλάσματος, προκειμένου να ισοκατανεμηθεί στα δύο θυγατρικά κύτταρα.
- Τέλος, τα δύο θυγατρικά κύτταρα αποχωρίζονται με την ανάπτυξη νέων κυτταρικών τοιχωμάτων.



14. Να αναφέρετε: α. τις ομοιότητες και β. τις διαφορές ανάμεσα στη μίτωση και τη μείωση.

Απ.

α. Ομοιότητες μεταξύ μίτωσης-μείωσης:

- Πριν από την κυτταρική διαίρεση (μίτωση ή μείωση) **προηγείται πάντα η μεσόφαση** όπου γίνεται η αντιγραφή του DNA και το κύτταρο προετοιμάζεται για τη διαίρεσή του.
- Κάθε κυτταρική διαίρεση διακρίνεται σε τέσσερα αντίστοιχα στάδια: πρόφαση, μετάφαση, ανάφαση και τελόφαση.
- Στα στάδια της μείωσης II γίνονται αντίστοιχα γεγονότα με εκείνα των σταδίων της μίτωσης.
- Στα ζωικά κύτταρα διπλασιάζεται το κεντροσωμάτιο και κάθε κεντροσωμάτιο κατευθύνεται προς τους πόλους.
- Τα ινίδια χρωματίνης περιελίσσονται και συσπειρώνονται για να πάρουν τη χαρακτηριστική μορφή των χρωμοσωμάτων που είναι ορατά στο οπτικό μικροσκόπιο.
- Κάθε χρωμόσωμα στην αρχή της κυτταρικής διαίρεσης αποτελείται από δύο αδελφές χρωματίδες ενωμένες στο κεντρομερίδιο.
- Στο τέλος της κυτταρικής διαίρεσης, τα χρωμοσώματα αποσυσπειρώνονται και παίρνουν πάλι τη μορφή των ινιδίων χρωματίνης.

- Σχηματίζεται η άτρακτος, τα ινίδια της οποίας μετακινούν το γενετικό υλικό είτε προς το ισημερινό επίπεδο είτε προς τους αντίθετους πόλους ανάλογα με το στάδιο της κυτταρικής διαίρεσης.
- Αποδιοργανώνεται ο πυρηνικός φάκελος και εξαφανίζεται ο πυρηνίσκος, για να εμφανιστούν πάλι στο τέλος της κυτταρικής διαίρεσης.
- Διαιρείται και ισοκατανέμεται το γενετικό υλικό στα θυγατρικά κύτταρα.
- Γίνεται αποχωρισμός των αδελφών χρωματίδων.
- Μετά την πυρηνική ακολουθεί η κυτταροπλασματική διαίρεση.

β.

Διαφορές μεταξύ μίτωσης-μείωσης	
Μίτωση	Μείωση
• Αποτελεί πιο απλό τρόπο κυτταρικής διαίρεσης.	• Αποτελεί πιο πολύπλοκο (πιο εξελιγμένο) τρόπο κυτταρικής διαίρεσης.
• Ολοκληρώνεται με μία κυτταρική διαίρεση.	• Ολοκληρώνεται με δύο διαδοχικές κυτταρικές διαιρέσεις μεταξύ των οποίων παρεμβάλλεται μεσόφαση πολύ μικρής διάρκειας.
• Κατά τη διάρκειά της πραγματοποιούνται μια πυρηνική και μια κυτταροπλασματική διαίρεση.	• Κατά τη διάρκειά της πραγματοποιούνται συνολικά τρεις πυρηνικές και τρεις κυτταροπλασματικές διαιρέσεις.
• Από ένα αρχικό (μητρικό) κύτταρο, διπλοειδές ($2n$) ή απλοειδές (n) προκύπτουν δύο θυγατρικά κύτταρα (διπλοειδή ή απλοειδή αντίστοιχα).	• Από ένα αρχικό διπλοειδές κύτταρο ($2n$) προκύπτουν τέσσερα απλοειδή (n) θυγατρικά κύτταρα. Κατά τη σπερματογένεση και τα τέσσερα θυγατρικά κύτταρα είναι λειτουργικά (σπερματοζωάρια), ενώ κατά την ωογένεση μόνο το ένα από τα τέσσερα απλοειδή θυγατρικά κύτταρα θα είναι λειτουργικό και θα αποτελέσει τον θηλυκό γαμέτη (ωάριο).
• Τα θυγατρικά κύτταρα έχουν αντίστοιχα τον ίδιο αριθμό και είδος χρωμοσωμάτων ($2n$ ή n) και ίδια ποσότητα DNA ($2N$ ή N) με το μητρικό ($2n$, $2N$ ή n, N).	• Τα θυγατρικά κύτταρα έχουν τον μισό αριθμό χρωμοσωμάτων (n) και τη μισή ποσότητα DNA (N) σε σχέση με το μητρικό ($2n$, $2N$).
• Τα θυγατρικά κύτταρα είναι γενετικά πανομοιότυπα, τόσο μεταξύ τους όσο και με το μητρικό κύτταρο.	• Τα θυγατρικά κύτταρα διαφέρουν γενετικά τόσο μεταξύ τους όσο και με το μητρικό, διότι κατά τη μείωση γίνονται μηχανισμοί ανάμειξης του γενετικού υλικού πατρικής και μητρικής προέλευσης (επιχiasμός, ανεξάρτητος συνδυασμός μη ομόλογων χρωμοσωμάτων).

Διαφορές μεταξύ μίτωσης-μείωσης (συνέχεια)	
Μίτωση	Μείωση
• Γίνεται καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του ατόμου.	• Δεν γίνεται καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του ατόμου.
• Διαρκεί συνήθως λιγότερο από τη μείωση.	• Διαρκεί συνήθως περισσότερο από τη μίτωση.
• Δεν γίνεται: – σύναψη των ομόλογων χρωμοσωμάτων και επιχiasμός – ανεξάρτητος συνδυασμός των μη ομόλογων χρωμοσωμάτων	• Γίνεται: – σύναψη των ομόλογων χρωμοσωμάτων και επιχiasμός – ανεξάρτητος συνδυασμός των μη ομόλογων χρωμοσωμάτων
• Γίνεται αποχωρισμός μόνο αδελφών χρωματίδων.	• Γίνεται αποχωρισμός και ομόλογων χρωμοσωμάτων και αδελφών χρωματίδων.
• Μοναδική πηγή αύξησης της γενετικής ποικιλότητας είναι οι μεταλλάξεις.	• Πηγές αύξησης της γενετικής ποικιλότητας αποτελούν ο επιχiasμός, ο ανεξάρτητος συνδυασμός των μη ομόλογων χρωμοσωμάτων και οι μεταλλάξεις.
• Πραγματοποιείται: – κατά τη μονογονική αναπαραγωγή των μονοκύτταρων ή πολυκύτταρων οργανισμών – στα σωματικά κύτταρα για την ανάπτυξη όλων των πολυκύτταρων οργανισμών (είτε αναπαράγονται μονογονικά είτε αμφιγονικά) ή την αντικατάσταση των κατεστραμμένων ή γηρασμένων κυττάρων – κατά το στάδιο πολλαπλασιασμού των πρόδρομων γεννητικών κυττάρων (σπερματογονίων ή ωογονίων) στους ανώτερους πολυκύτταρους οργανισμούς που αναπαράγονται αμφιγονικά.	• Πραγματοποιείται μόνο για την παραγωγή των γαμετών κατά την αμφιγονική αναπαραγωγή: – στα άωρα γεννητικά κύτταρα (σπερματοκύτταρο 1ης τάξης, ωοκύτταρο 1ης τάξης) που βρίσκονται στα γεννητικά όργανα των ανώτερων οργανισμών (όρχεις, ωοθήκες αντίστοιχα) – στο ζυγωτό των απλοειδών οργανισμών.

Διαφορές μεταξύ μίτωσης-μείωσης (συνέχεια)	
Μίτωση	Μείωση
• Βιολογική σημασία – Η διατήρηση σταθερού του αριθμού και του είδους των χρωμοσωμάτων από κύτταρο σε κύτταρο και από γενιά σε γενιά σε οργανισμούς που αναπαράγονται μονογονικά, δηλαδή συμβάλλει στη διατήρηση της γενετικής σταθερότητας. – Η ανάπτυξη των πολυκύτταρων οργανισμών, η ανανέωση των κυττάρων τους και η αντικατάσταση των κατεστραμμένων ή γηρασμένων κυττάρων τους.	• Βιολογική σημασία – Η διατήρηση σταθερού του αριθμού και του είδους των χρωμοσωμάτων από γενιά σε γενιά στους οργανισμούς που αναπαράγονται αμφιγονικά. – Η αύξηση της γενετικής ποικιλιότητας η οποία συμβάλλει στην εξέλιξη των πληθυσμών.

Οι παραπάνω ομοιότητες και διαφορές απεικονίζονται στα σχήματα I και II που ακολουθούν (βλ. σελ. 35).

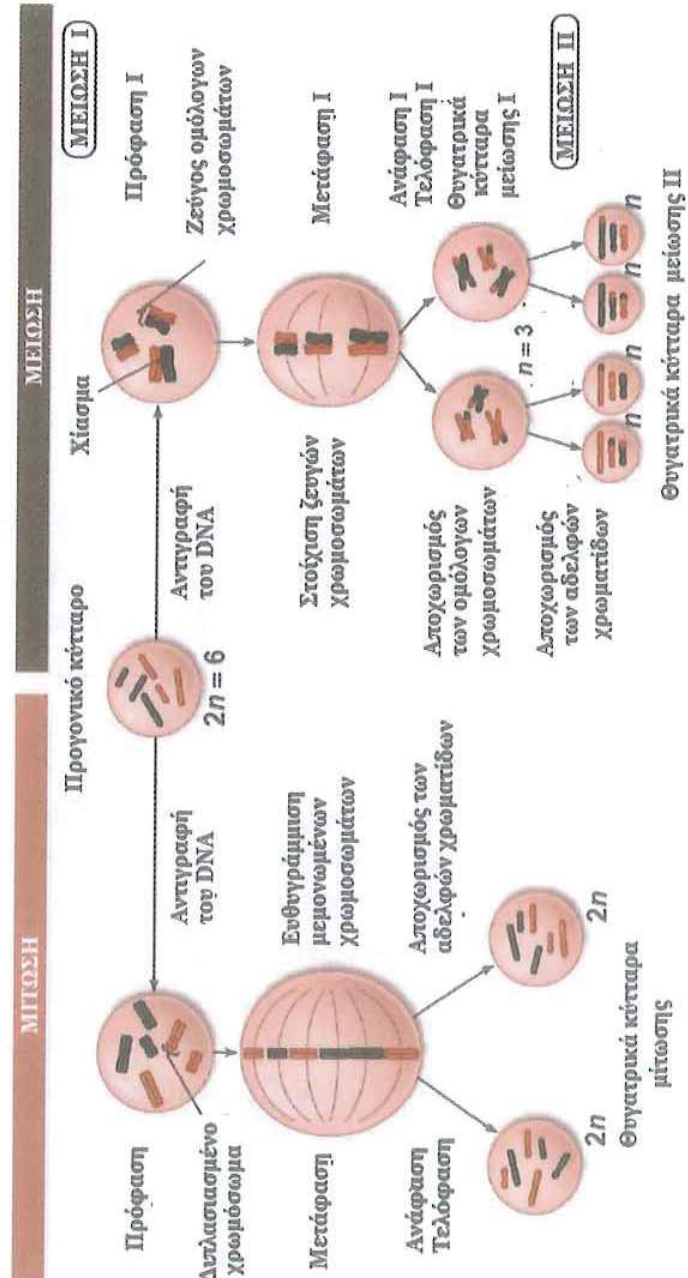
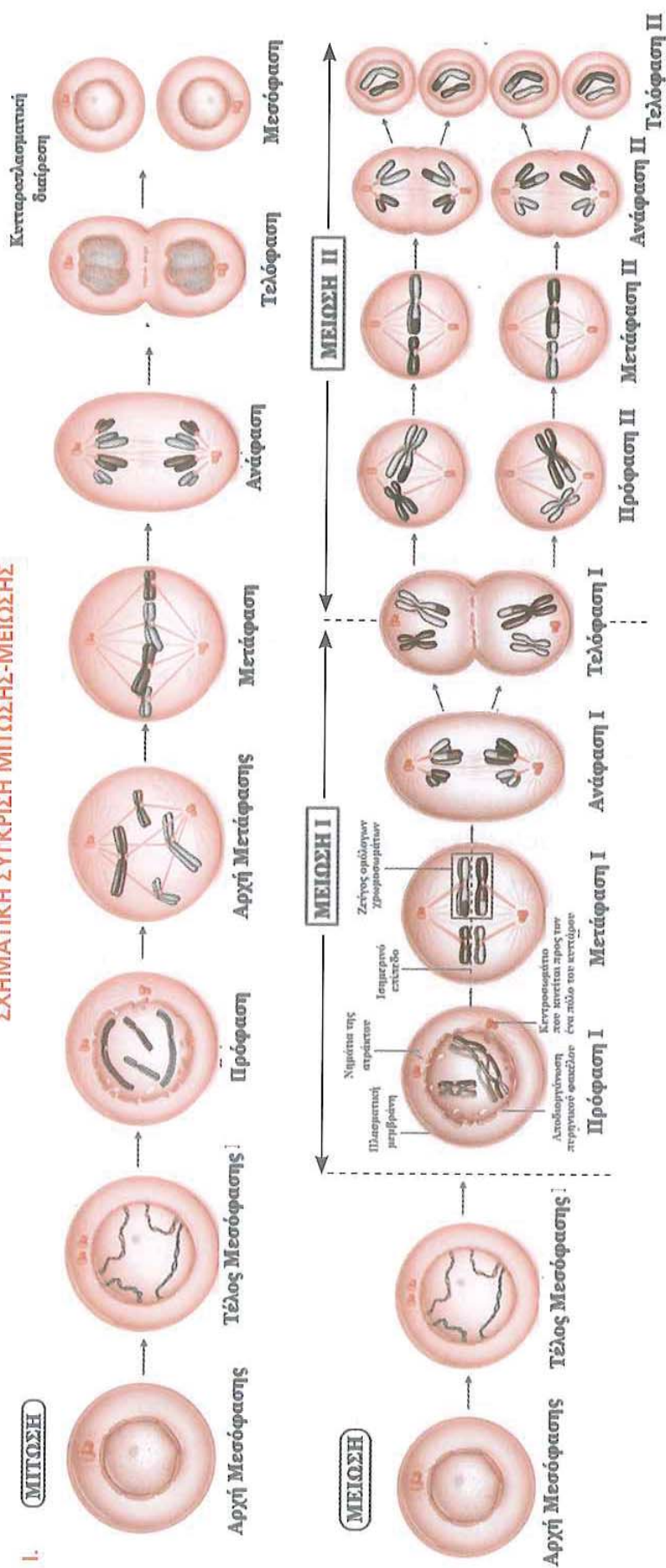
🌐 *Να αναφέρετε διαφορές ανάμεσα στη μονογονική αναπαραγωγή (μονογονία) και την αμφιγονική αναπαραγωγή (αμφιγονία).*

Απ.	Διαφορές	
	Μονογονία	Αμφιγονία
	• Πιο απλός και πρωτόγονος τρόπος αναπαραγωγής. • Συναντάται περισσότερο σε κατώτερους οργανισμούς (π.χ. αμοιβάδα). • Οι γενετικές πληροφορίες για τη δημιουργία του νέου ατόμου (απόγονου) προέρχονται από έναν μοναδικό γονέα: στους μονοκύτταρους οργανισμούς (π.χ. αμοιβάδα) από ένα κύτταρο, στους πολυκύτταρους οργανισμούς από ένα τμήμα του προγονικού οργανισμού (π.χ. αποφυάδες, οφθαλμοί, παραφυάδες κ.ά.). • Γίνεται μόνο μίτωση.	• Πιο σύνθετος και πιο εξελιγμένος τρόπος αναπαραγωγής. • Συναντάται σε όλους τους ανώτερους οργανισμούς αηλιά και σε κατώτερους. • Τις γενετικές πληροφορίες για τη δημιουργία του νέου ατόμου (απόγονου) τις συνεισφέρουν δύο γονείς διαφορετικού φύλου. Το νέο άτομο προκύπτει από τη συνένωση (γονιμοποίηση) δύο γαμετών. • Γίνεται μίτωση και μείωση.

(Συνεχίζεται στη σελ. 36)

ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΙΤΩΣΗΣ-ΜΕΙΩΣΗΣ

ИКСЛИН



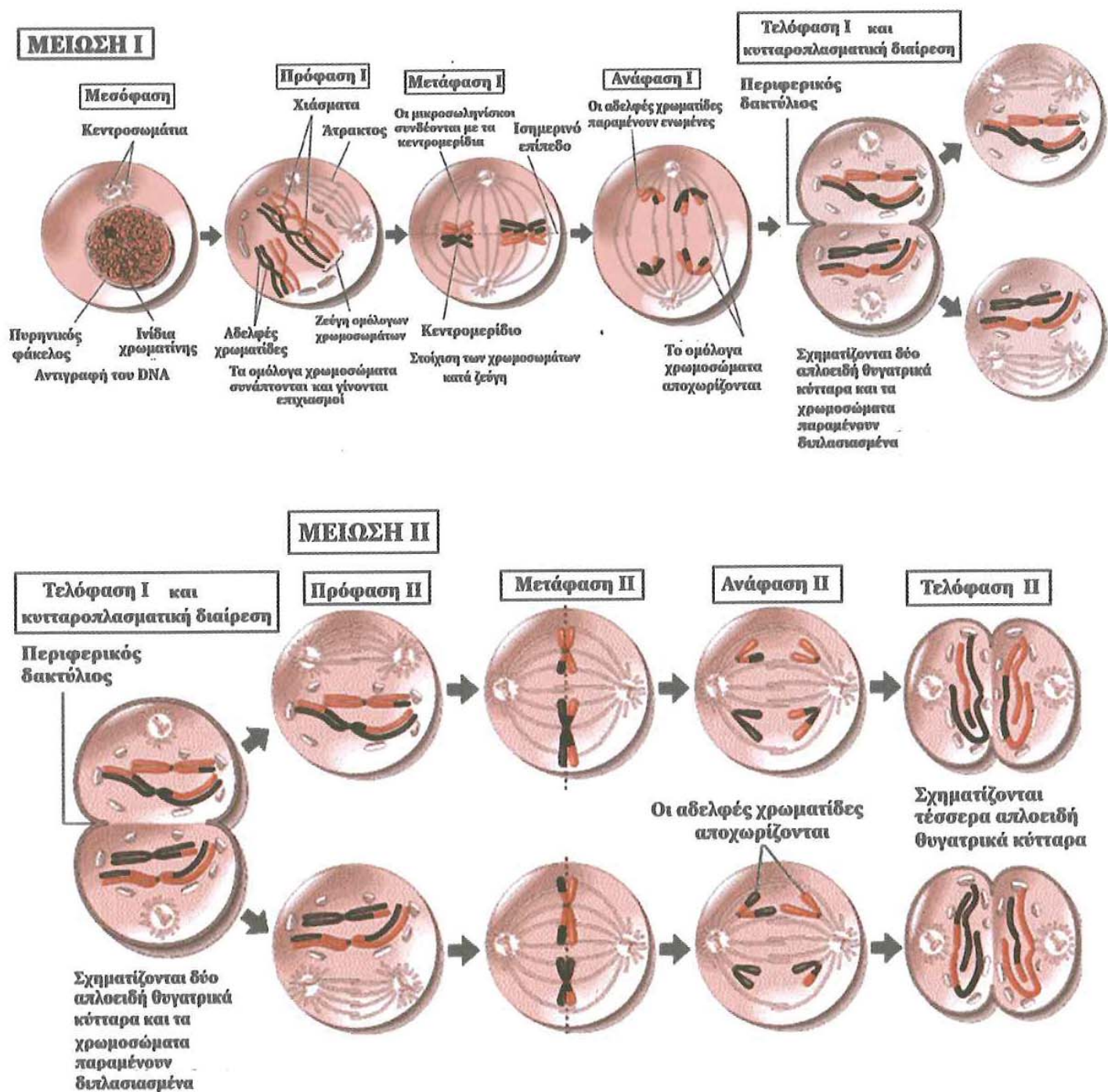
Διαφορές (συνέχεια)	
Μονογονία	Αμφιγονία
Με τη μίτωση δεν δημιουργούνται γαμέτες, δηλαδή όλα τα κύτταρα του οργανισμού θα είναι ή μόνο διπλοειδή ή μόνο απλοειδή, αν ο οργανισμός είναι αντίστοιχα μόνο διπλοειδής ή μόνο απλοειδής.	Με τη μείωση, κάθε γονέας παράγει τους γαμέτες, δηλαδή εξειδικευμένα αναπαραγωγικά κύτταρα που φέρουν τον μισό αριθμό χρωμοσωμάτων από το κανονικό (απλοειδή κύτταρα). Δηλαδή στον οργανισμό εκτός από τα διπλοειδή κύτταρα παράγονται και απλοειδή.
Δεν γίνεται γονιμοποίηση και συνεπώς δεν δημιουργείται ζυγωτό.	Γίνεται γονιμοποίηση. Με τη γονιμοποίηση, ο αρσενικός γαμέτης (σπερματοζωάριο, γυρεόκοκκος) και ο θηλυκός γαμέτης (ωάριο) συνενώνονται σε ένα κύτταρο, το ζυγωτό, από το οποίο με συνεχείς μιτωτικές διαιρέσεις προκύπτει ο νέος οργανισμός.
Οι απόγονοι, λόγω της πιστότητας της αντιγραφής του γενετικού υλικού και της ακρίβειας της διανομής του στα θυγατρικά κύτταρα με τη μίτωση, είναι πιστά αντίγραφα του μοναδικού γονέα, δηλαδή οι απόγονοι είναι όμοιοι τόσο μεταξύ τους όσο και με τον γονέα (εκτός εάν συμβεί μετάλλαξη).	Οι απόγονοι δεν είναι ακριβή αντίγραφα κανενός γονέα αλλά μοναδικά «προϊόντα» της συνεργασίας και των δύο γονέων.
Παράγοντες γενετικής ποικιλομορφίας είναι μόνο οι μεταλλάξεις με τις οποίες όμως δεν επιτυγχάνεται ανάμειξη γενετικού υλικού από διαφορετικά προγονικά κύτταρα ή άτομα.	Παράγοντες γενετικής ποικιλομορφίας, εκτός από τις μεταλλάξεις, είναι ο επιχιασμός, ο ανεξάρτητος συνδυασμός των μη ομόλογων χρωμοσωμάτων (κατά τη μείωση), καθώς και η γονιμοποίηση, με τους οποίους επιτυγχάνεται ανάμειξη γενετικού υλικού πατρικής και μητρικής προέλευσης και προάγεται σε μεγαλύτερο βαθμό η εξέλιξη των οργανισμών.

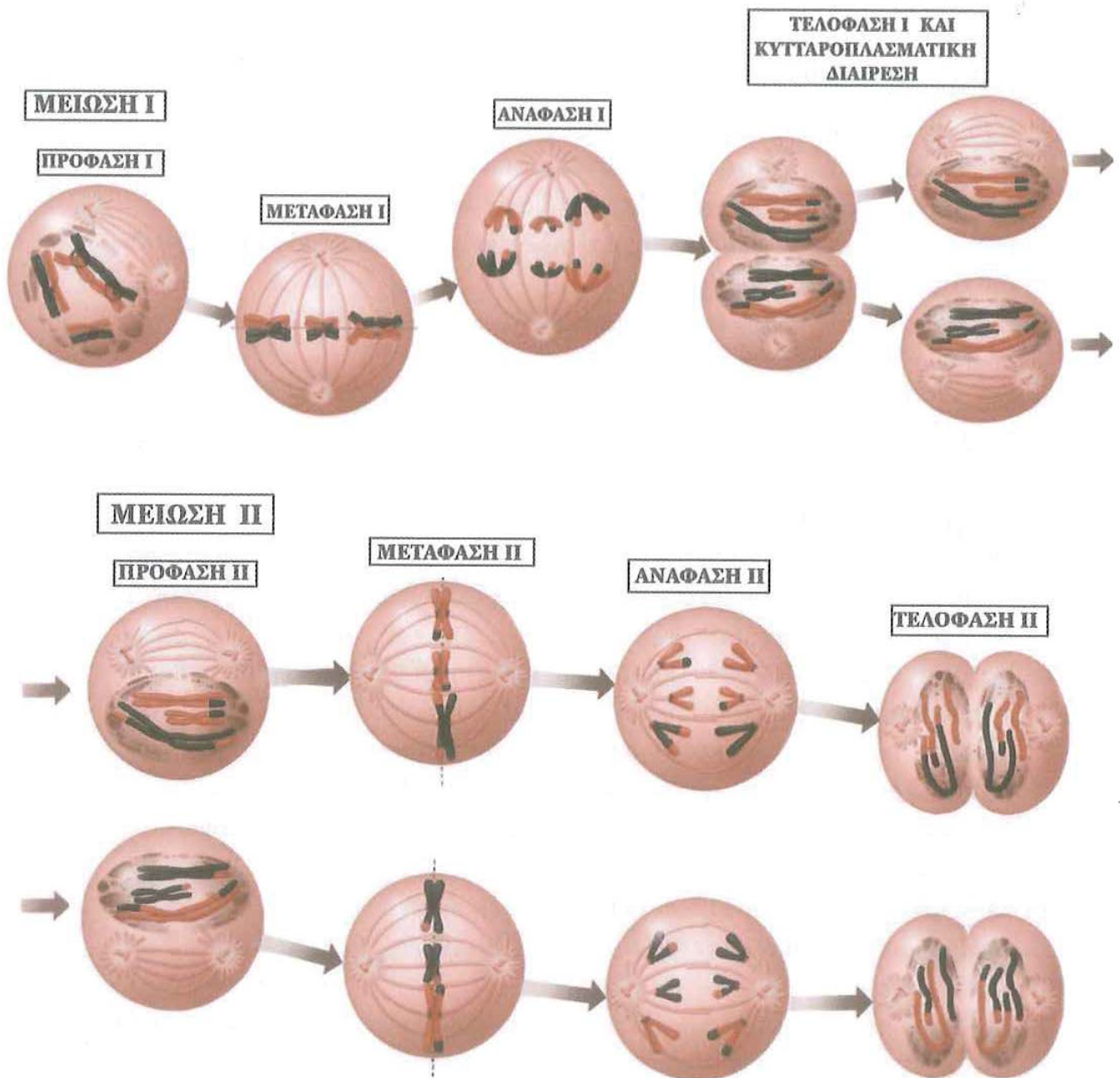
13. Να συνοψίσετε τις βασικές διαφορές ανάμεσα στη μείωση I και τη μείωση II.

Απ.

Διαφορές	
Μείωση I	Μείωση II
• Μεγαλύτερη διάρκεια.	• Μικρότερη διάρκεια.
• Πιο πολύπλοκη.	• Απλούστερη και μοιάζει με μίτωση.
• Γίνεται σύναψη των ομόλογων χρωμοσωμάτων και επιχιασμοί.	• Δεν γίνεται σύναψη χρωμοσωμάτων ούτε επιχιασμοί.
• Στο ισημερινό επίπεδο, διατάσσονται ζεύγη ομόλογων χρωμοσωμάτων με τυχαίο τρόπο (στοίχιση ζευγών χρωμοσωμάτων), οπότε συνδυάζονται ανεξάρτητα τα μητρικής και πατρικής προέλευσης χρωμοσώματα.	• Στο ισημερινό επίπεδο, διατάσσονται τυχαία το ένα χρωμόσωμα δίπλα στο άλλο (στοίχιση μεμονωμένων χρωμοσωμάτων).
• Δεν γίνεται διαίρεση κεντρομεριδίου.	• Γίνεται διαίρεση κεντρομεριδίου.
• Κάθε διπλοσυστασμένο χρωμόσωμα αποχωρίζεται από το ομόλογό του και κατευθύνεται με τη βοήθεια των νηματίων της ατράκτου προς τον έναν από τους δύο αντίθετους πόλους του κυττάρου (με βάση τη διάταξη που είχε στο ισημερινό επίπεδο).	• Οι αδελφές χρωματίδες κάθε χρωμοσώματος αποχωρίζονται μεταξύ τους και η καθεμία κατευθύνεται με τη βοήθεια των νηματίων της ατράκτου σε ένα από τους δύο αντίθετους πόλους του κυττάρου.
• Από ένα αρχικό διπλοειδές ($2n$) άωρο γεννητικό κύτταρο προκύπτουν δύο απλοειδή (n) θυγατρικά κύτταρα που καθένα έχει τον ίδιο αριθμό μορίων DNA και άρα την ίδια ποσότητα DNA ($2N$) με το αρχικό κύτταρο στο στάδιο G_1 της μεσόφασης αλλά διαφορετική γενετική σύσταση τόσο μεταξύ τους όσο και με το αρχικό.	• Από καθένα από τα δύο απλοειδή (n) θυγατρικά κύτταρα από τη μείωση I προκύπτουν πάλι δύο απλοειδή (n) θυγατρικά κύτταρα που έχουν διαφορετική γενετική σύσταση μεταξύ τους και καθένα έχει τον μισό αριθμό μορίων DNA και άρα τη μισή ποσότητα DNA (N) από εκείνη που έχει το αρχικό κύτταρο στο στάδιο G_1 της μεσόφασης.

Οι παραπάνω διαφορές απεικονίζονται σχηματικά στα δύο σχήματα Α και Β που ακολουθούν.

Α. ΜΕΙΩΣΗ ΜΕ ΔΥΟ ΖΕΥΓΗ ΧΡΩΜΟΣΩΜΑΤΩΝ ΣΕ ΔΙΠΛΟΕΙΔΗ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ ΜΕ $2n = 4$ 

Β. ΜΕΙΩΣΗ ΜΕ ΤΡΙΑ ΖΕΥΓΗ ΧΡΩΜΟΣΩΜΑΤΩΝ ΣΕ ΔΙΠΛΟΕΙΔΗ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ ΜΕ $2n = 6$ 

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΣΩΣΤΟΥ-ΛΑΘΟΥΣ § 4.1, 4.3

Να χαρακτηρίσετε με Σ (σωστό) ή με Λ (λάθος) τις παρακάτω προτάσεις.

1. Μίτωση γίνεται σε όλους τους ευκαρυωτικούς οργανισμούς. ☐
2. Με δεδομένο ότι στα φυτικά κύτταρα δεν υπάρχει κεντροσωμάτιο, δεν σχηματίζεται κατά την κυτταρική τους διαίρεση άτρακτος. ☐
3. Η συμπύκνωση των ινιδίων χρωματίνης ξεκινά και ολοκληρώνεται στο στάδιο της μετάφασης της μίτωσης. ☐
4. Ο αριθμός και το είδος των χρωμοσωμάτων είναι ίδια στο ζυγωτό και στα κύτταρα που προέρχονται απ' αυτό. ☐
5. Με μίτωση πολλαπλασιάζονται και τα βακτήρια. ☐
6. Σε έναν ανώτερο οργανισμό που αναπαράγεται αμφιγονικά, τα θυγατρικά κύτταρα που προκύπτουν από τη μίτωση έχουν τον ίδιο αριθμό και είδος χρωμοσωμάτων πατρικής και μητρικής προέλευσης. ☐
7. Όλοι οι μικροσωληνίσκοι της ατράκτου κατά τη μετάφαση και την ανάφαση μιας κυτταρικής διαίρεσης καταλήγουν στην περιοχή του κεντρομεριδίου των χρωμοσωμάτων. ☐
8. Κατά τη μείωση Ι σε κάθε χρωμόσωμα καταλήγουν μικροσωληνίσκοι που προέρχονται και από τους δύο πόλους του κυττάρου. ☐
9. Κατά την ανάφαση μιας κυτταρικής διαίρεσης, επιμηκύνεται τόσο το κύτταρο όσο και η άτρακτος, ενώ απομακρύνονται οι πόλοι μεταξύ τους. ☐
10. Τα διπλοσυσσώματα κεντροσωμάτια παραμένουν κοντά στον πυρήνα κατά τη διάρκεια του σταδίου G_2 της μεσόφασης. ☐
11. Κυτταρικό κύκλω έχουν μόνο οι ευκαρυωτικοί οργανισμοί. ☐
12. Η κυτταρική αναπνοή γίνεται με τον ίδιο ρυθμό καθ' όλη τη διάρκεια του κυτταρικού κύκλου. ☐
13. Ο κυτταρικός κύκλος περιλαμβάνει τη μεσόφαση καθώς και την κυτταρική διαίρεση που μπορεί να είναι η μίτωση ή η μείωση. ☐
14. Με την ολοκλήρωση της μίτωσης, καθένα από τα δύο θυγατρικά κύτταρα παραλαμβάνει και ένα κεντροσωμάτιο. ☐
15. Κατά τη διάρκεια της μίτωσης σε κάθε χρωμόσωμα καταλήγουν ινίδια μόνο από τον ένα ή τον άλλον πόλο του κυττάρου. ☐
16. Με μίτωση διαιρούνται τα κύτταρα τόσο των διπλοειδών όσο και των απλοειδών ευκαρυωτικών οργανισμών. ☐
17. Όλα τα απλοειδή κύτταρα μπορούν να διαιρεθούν με μίτωση. ☐
18. Αυτήκωση συμβαίνει και στα φυτικά και στα ζωικά κύτταρα. ☐
19. Η αυτήκωση ολοκληρώνεται κατά τη διάρκεια της πυρηνικής διαίρεσης. ☐
20. Η ανάφαση αποτελεί το κατεξοχήν κινητικό στάδιο της μίτωσης. ☐

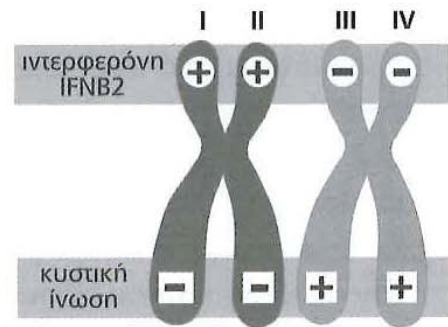
21. Τα περισσότερα νευρικά κύτταρα μετά τη διαφοροποίησή τους σταματάνε στη φάση G_1 . ☐
22. Κατά την κυτταρική διαίρεση των ζωικών κυττάρων συμμετέχουν ινίδια ακτίνης. ☐
23. Όταν ένας άνθρωπος σταματήσει να αναπτύσσεται, τότε μόνο ένα πολύ μικρό ποσοστό των κυττάρων του υφίσταται μίτωση. ☐
24. Το κύτταρο εμφανίζει μεταβολική αδράνεια στο τέλος της μεσόφασης. ☐
25. Μείωση γίνεται τόσο στα ζωικά όσο και στα φυτικά κύτταρα. ☐
26. Με μίτωση διαιρούνται μόνο απλοειδή κύτταρα ενώ με μείωση μόνο διπλοειδή κύτταρα. ☐
27. Στη μείωση γίνονται συνοδικά τρεις κυτταροπλασματικές διαιρέσεις. ☐
28. Σε καθένα από τα δύο θυγατρικά κύτταρα που προκύπτουν από τη μείωση I, το γενετικό υλικό του πυρήνα τους είναι ίδιο σε ποσότητα με εκείνο του αρχικού κυττάρου όταν αυτό βρίσκεται στη φάση G_1 . ☐
29. Σε καθένα από τα δύο θυγατρικά κύτταρα που προκύπτουν από τη μείωση I, το γενετικό υλικό του πυρήνα τους είναι ίδιο ποιοτικά με εκείνο που έχει το αρχικό κύτταρο στη φάση G_1 . ☐
30. Σε ένα διπλοσωμάτιο, οι αδελφές χρωματίδες συνδέονται στο κεντροσώματιο. ☐
31. Κατά τη μείωση ενός άωρου γεννητικού κυττάρου δεν προκύπτουν πάντα τέσσερις λειτουργικοί γαμέτες. ☐
32. Κάθε γαμέτης που παράγεται από έναν φυσιολογικό άνθρωπο είναι ένας από τους περισσότερους από 2^{23} διαφορετικούς γενετικά γαμέτες που θα μπορούσε ο άνθρωπος αυτός θεωρητικά να παράγει. ☐
33. Τα άωρα γεννητικά κύτταρα που θα υποστούν μείωση προέρχονται από μιτωτικές διαιρέσεις. ☐
34. Με τον επιχiasμό παράγονται νέοι χαρακτήρες. ☐
35. Ο επιχiasμός συμβαίνει ανάμεσα στις αδελφές χρωματίδες των ομόλογων χρωμοσωμάτων. ☐
36. Μια χρωματίδα κατά τη μείωση μπορεί να φέρει γονίδια μόνο πατρικής ή μόνο μητρικής ή και πατρικής και μητρικής προέλευσης. ☐
37. Στο τέλος της πρόφασης I, οι αδελφές χρωματίδες είναι πάντα πανομοιότυπες λόγω της αντιγραφής του DNA που προηγήθηκε στη φάση S της μεσόφασης. ☐
38. Μείωση του αριθμού των χρωμοσωμάτων στο μισό συμβαίνει τόσο στο τέλος της 1ης όσο και στο τέλος της 2ης μειωτικής διαίρεσης. ☐
39. Μείωση της ποσότητας του DNA στο μισό συμβαίνει τόσο στο τέλος της 1ης όσο και στο τέλος της 2ης μειωτικής διαίρεσης σε σχέση με την ποσότητα του DNA που έχει το αρχικό κύτταρο στην αρχή της μείωσης. ☐
40. Στη μετάφαση II της μείωσης οι αδελφές χρωματίδες είναι συνήθως πανομοιότυπες. ☐

41. Κατά τον επιχiasμό αναδιανέμονται και ανασυνδυάζονται γονίδια που βρίσκονται σε μη ομόλογα χρωμοσώματα. ☐
42. Κάθε γαμέτης περιέχει μόνο τις μισές γενετικές πληροφορίες που είναι απαραίτητες για τη δημιουργία των απογόνων. ☐
43. Τα χρωμοσώματα εξακολουθούν να είναι διπλοσυστασμένα τόσο στην πρόφαση I όσο και στην πρόφαση II. ☐
44. Μεταξύ του X και του Y φυλετικού χρωμοσώματος μπορεί να συμβεί επιχiasμός. ☐
45. Κατά τη διάρκεια της μείωσης I κάθε χρωματίδα συνιστά και ένα χρωμόσωμα. ☐
46. Καθ' όλη τη διάρκεια της μείωσης II κάθε χρωματίδα συνιστά και ένα χρωμόσωμα. ☐
47. Η πρόφαση I είναι πιο πολυπλοκή από την πρόφαση II. ☐
48. Ο αριθμός των ζευγών των ομόλογων χρωμοσωμάτων κατά τη μετάφαση II που συμβαίνει στα γεννητικά κύτταρα ενός οργανισμού με $2n = 20$ χρωμοσώματα είναι πέντε. ☐
49. Οι επιχiasμοί είναι ορατοί μετά από χρώση και σε έναν καρυότυπο. ☐
50. Το κεντροσωμάτιο αποτελεί σχηματισμό που δημιουργείται και διαιρείται στην αρχή μιας κυτταρικής διαίρεσης σε ένα ζωικό κύτταρο. ☐
51. Επιχiasμοί συμβαίνουν τόσο σε κύτταρα ζωικών όσο και σε κύτταρα φυτικών οργανισμών. ☐
52. Ένα θυγατρικό κύτταρο που προκύπτει από τη μείωση I έχει πιθανότητα 50% να πάρει ένα μητρικό χρωμόσωμα και 50% ένα πατρικό χρωμόσωμα από ένα ζεύγος ομόλογων χρωμοσωμάτων. ☐
53. Σύναψη των ομόλογων χρωμοσωμάτων εξακολουθεί να υφίσταται και στη μετάφαση I της μείωσης. ☐
54. Σε ένα θηλυκό άτομο από ένα άωρο γεννητικό κύτταρο προκύπτουν τέσσερις θηλυκοί γαμέτες (ωάρια). ☐
55. Οι διπλοειδείς οργανισμοί εμφανίζουν μόνο αμφιγονική αναπαραγωγή. ☐
56. Από δύο ίδιους γονείς, η πιθανότητα να προκύψουν δύο γενετικά πανομοιότυπα ζygωτά είναι $1/2^{46}$, με την προϋπόθεση να μην έχουν συμβεί καθόλου επιχiasμοί. ☐
57. Σε ένα φυτικό κύτταρο που διαιρείται, οι μικροσωληνίσκοι εντοπίζονται μόνο κατά τη διάρκεια του σχηματισμού του φραγμοπλάστη. ☐
58. Σε κάθε κύτταρο φυτικό ή ζωικό που διαιρείται, οι μικροσωληνίσκοι οργανώνονται από τα κεντροσωμάτια. ☐
59. Κανένας μικροσωληνίσκος δεν καταλήγει από τον έναν πόλο στον άλλο κατά την κυτταρική διαίρεση (μίτωση ή μείωση) ενός κυττάρου. ☐
60. Κατά την κυτταρική διαίρεση, οι μικροσωληνίσκοι που προέρχονται από τους δύο πόλους και δεν συνδέονται με κεντρομερίδια αλληλοεπικαλύπτονται στην περιοχή του ισημερινού επιπέδου. ☐

61. Σε έναν ζωικό οργανισμό, σε καθένα από τα δύο θυγατρικά κύτταρα που προκύπτουν από τη μείωση I γίνεται διαίρεση του κεντροσωματίου. ☐
62. Στον πυρήνα ενός ανθρώπινου επιθηλιακού κυττάρου περιέχονται είτε 46 είτε 92 μόρια DNA, ανάλογα με το στάδιο του κυτταρικού κύκλου στο οποίο αυτό βρίσκεται. ☐
63. Σε αμφιγονικά αναπαραγόμενους οργανισμούς, η διατήρηση σταθερού του αριθμού και του είδους των χρωμοσωμάτων από γενιά σε γενιά οφείλεται αποκλειστικά στην πιστότητα της αντιγραφής του DNA και στην ισοκατανομή του γενετικού υλικού από το αρχικό κύτταρο στα θυγατρικά κύτταρα με τη μίτωση. ☐
64. Κατά τη μείωση συμβαίνουν δύο αυτοδιπλοσιασμοί του DNA. ☐
65. Κατά την ανάφαση της μίτωσης ή της μείωσης II, κάθε χρωματίδα έχει το δικό της κεντρομερίδιο. ☐
66. Ένα θυγατρικό κύτταρο που προκύπτει από τη μείωση I και ένας γαμέτης που προέκυψε από το ίδιο αρχικό κύτταρο έχουν τον ίδιο αριθμό χρωμοσωμάτων. ☐
67. Ένα θυγατρικό κύτταρο που προκύπτει από τη μείωση I και ένας γαμέτης που προέκυψε από το ίδιο αρχικό κύτταρο έχουν την ίδια ποσότητα DNA. ☐
68. Ο φραγμοπλάστης δημιουργείται από ινίδια ακτίνης. ☐
69. Με τη μίτωση επιτυγχάνεται η μονογονική αναπαραγωγή μόνο των μονοκύτταρων ευκαρυωτικών οργανισμών. ☐
70. Η πιθανότητα ένα ανθρώπινο ωάριο να περιέχει μόνο τα μητρικής προέλευσης χρωμοσώματα είναι $1/2^{23}$. ☐
71. Αποχωρισμός των αδελφών χρωματίδων γίνεται μόνο κατά τη μίτωση. ☐
72. Προϋπόθεση της γονιμοποίησης είναι η μείωση. ☐
73. Το μοίρασμα των δύο «χρωμοσωμάτων» σε καθένα από τα δύο θυγατρικά βακτήρια γίνεται με τη βοήθεια μικροσωληνίσκων. ☐
74. Κάθε γαμέτης περιέχει τον μισό αριθμό γενετικών θέσεων σε σχέση με ένα άωρο γεννητικό κύτταρο του ίδιου οργανισμού στο στάδιο G₁ της μεσόφασης. ☐
75. Κατά την πρόφαση I ένα χρωμόσωμα μπορεί να έρθει σε σύναψη με οποιοδήποτε άλλο χρωμόσωμα του κυττάρου. ☐
76. Τα θυγατρικά κύτταρα που προκύπτουν από την κυτταρική διαίρεση των φυτικών κυττάρων παραμένουν ενωμένα στην περιοχή του ισημερινού επιπέδου. ☐
77. Η δημιουργία του κυτταρικού τοιχώματος στα θυγατρικά κύτταρα που προκύπτουν από τη διαίρεση ενός βακτηρίου προέρχεται από τον φραγμοπλάστη. ☐
78. Η μείωση II γίνεται πάντα σε απλοειδή κύτταρα χωρίς να προηγείται μεσόφαση. ☐
79. Μίτωση γίνεται στα κύτταρα όλων των οργάνων του ανθρώπινου οργανισμού. ☐
80. Οι δυνατοί συνδυασμοί των μη ομόλογων χρωμοσωμάτων στους φυσιολογικούς γαμέτες που μπορεί να παραχθούν από έναν άνθρωπο είναι 2^{46} . ☐

81. Οι ακόλουθες 10 προτάσεις βασίζονται στο διπλανό σχήμα στο οποίο απεικονίζεται ένα ζεύγος ομόλογων χρωμοσωμάτων:

- α. Τα χρωμοσώματα είναι και τα δύο είτε πατρικής είτε μητρικής προέλευσης.
- β. Στα δύο χρωμοσώματα περιέχονται συνολικά 4 διπλές έλικες DNA.
- γ. Αδελφές χρωματίδες είναι: οι I-III και II-IV.



+: φυσιολογικό αλληλόμορφο
-: μεταλλαγμένο αλληλόμορφο

- δ. Οι χρωματίδες I και II περιέχουν πανομοιότυπα μόρια DNA.
- ε. Καθένα από τα δύο χρωμοσώματα περιέχει συνολικά 4 γενετικές θέσεις, ανά δύο ίδιες.
- στ. Κάθε χρωμόσωμα περιέχει μόνο τα δύο είδη γενετικών θέσεων που εμφανίζονται στην παραπάνω εικόνα.
- ζ. Καθένα από τα δύο χρωμοσώματα καθορίζει με διαφορετικό τρόπο την ιδιότητα που αφορά την ιντερφερόνη IFNB2 και την ιδιότητα που αφορά την κυστική ίνωση (CF).
- η. Η συγκεκριμένη εικόνα παρουσιάζει τα χρωμοσώματα στην αρχή της μεσόφασης.
- θ. Η συγκεκριμένη εικόνα παρουσιάζει τη διάταξη των δύο χρωμοσωμάτων στο νοητό ισημερινό επίπεδο κατά τη μετάφαση της μίτωσης.
- ι. Η συγκεκριμένη εικόνα δεν μπορεί να παρουσιάζει χρωμοσώματα που περιέχονται σε φυσιολογικό γαμέτη.

(Π.Δ.Β. 2016)

82. Τόσο πριν από την έναρξη της μίτωσης όσο και πριν από την έναρξη της μείωσης προηγείται μεσόφαση με τα ίδια στάδια.
83. Πριν από την πρόφαση I και την πρόφαση II προηγείται μεσόφαση με τα ίδια στάδια.
84. Ανταλλαγή γενετικού υλικού μεταξύ ομόλογων χρωμοσωμάτων γίνεται μέσω της σύναψης.
85. Απλοειδή κύτταρα δεν μπορούν να παραχθούν με μίτωση.
86. Μεγαλύτερη γενετική ποικιλομορφία προκαλείται από τον ανεξάρτητο συνδυασμό των μη ομόλογων χρωμοσωμάτων σε σχέση με τον επιχiasμό.
87. Όλα τα νημάτια της ατράκτου συστέλλονται.
88. Τόσο στην ανάφαση I όσο και στην ανάφαση II, το κύτταρο είναι διπλοειδές.
89. Ο επιχiasμός γίνεται μεταξύ μιας χρωματίδας πατρικής προέλευσης και μιας χρωματίδας μητρικής προέλευσης του ζεύγους των ομόλογων χρωμοσωμάτων.
90. Ο αριθμός των νηματίων της ατράκτου που συνδέονται με τα χρωμοσώματα είναι μεγαλύτερος στην ανάφαση I σε σχέση με εκείνον στην ανάφαση II, σε κύτταρα του ίδιου οργανισμού.

91. Τα ζεύγη των ομόλογων χρωμοσωμάτων κατά την ανάφαση II που γίνεται στα γεννητικά κύτταρα ενός οργανισμού με $2n = 34$ χρωμοσώματα είναι 17. ☐
92. Το γενετικό υλικό κατά τον κυτταρικό κύκλο βρίσκεται με τη μορφή ινιδίων χρωματίνης μόνο κατά την τελόφαση και στο στάδιο G_1 της μεσόφασης. ☐
93. Το γενετικό υλικό κατά τη διάρκεια της μείωσης βρίσκεται με τη μορφή ινιδίων χρωματίνης κατά την τελόφαση I και την τελόφαση II. ☐
94. Τα κύτταρα τα οποία εμφανίζουν μεγαλύτερη διάρκεια κυτταρικού κύκλου διαιρούνται και γρηγορότερα (με μεγαλύτερη συχνότητα). ☐
95. Οι επιχιασμοί αλληιάζουν το πρότυπο των ζωνών στα χρωμοσώματα. ☐

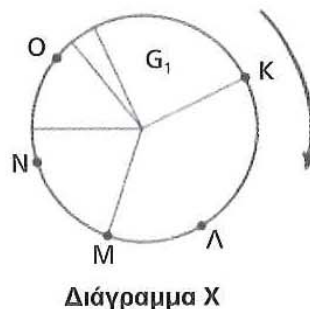
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ § 4.1, 4.3

Να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

1. Το διάγραμμα Χ παρουσιάζει τον κυτταρικό κύκλο και η εικόνα Α ένα στάδιο της μίτωσης.

Το γράμμα του κυτταρικού κύκλου με το οποίο αντιστοιχεί η εικόνα Α είναι:

- | | |
|---------|---------|
| α. το Α | γ. το Ν |
| β. το Μ | δ. το Ο |



Εικόνα Α

2. Το στάδιο της μίτωσης που παριστάνει το διπλανό σχήμα είναι:

- | | |
|-------------|-------------|
| α. πρόφαση | γ. ανάφαση |
| β. μεσόφαση | δ. τελόφαση |



3. Το στάδιο της κυτταρικής διαίρεσης που παριστάνει το διπλανό σχήμα είναι:

- | | |
|---------------------|--------------------|
| α. ανάφαση Ι | γ. πρόφαση Ι |
| β. τελόφαση μίτωσης | δ. πρόφαση μίτωσης |



4. Το στάδιο της κυτταρικής διαίρεσης που παριστάνει το διπλανό σχήμα είναι:

- | | |
|---------------|---------------------------------|
| α. ανάφαση Ι | γ. ανάφαση μίτωσης |
| β. ανάφαση ΙΙ | δ. ανάφαση μίτωσης ή ανάφαση ΙΙ |



5. Το κύτταρο στο διπλανό σχήμα είναι:

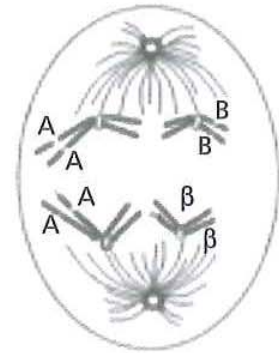
- | | |
|-----------------|-------------------------|
| α. προκαρυωτικό | γ. ζωικό |
| β. φυτικό | δ. ζωικό ή προκαρυωτικό |



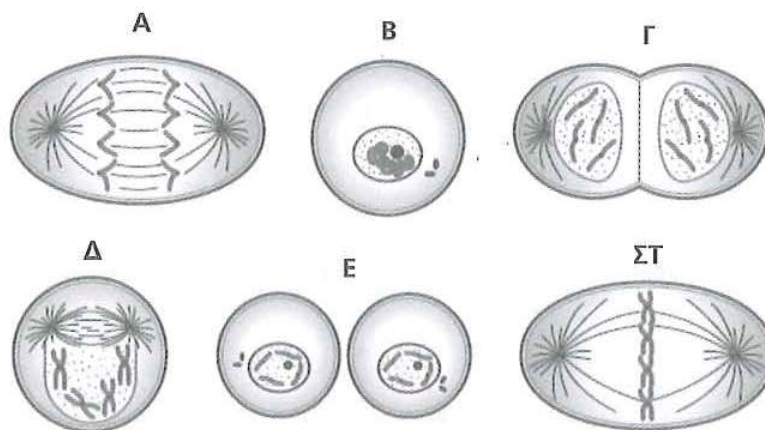
6. Ένας διπλοειδής οργανισμός έχει γονότυπο AABβ.

Σε ποιο στάδιο του κυτταρικού κύκλου βρίσκεται το κύτταρο στο διπλανό σχήμα;

- α. στην ανάφαση I
- β. στην ανάφαση της μίτωσης
- γ. στην ανάφαση II
- δ. στην ανάφαση II ή στην ανάφαση της μίτωσης



7. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζονται με τυχαία σειρά διαφορετικά στιγμιότυπα (Α έως ΣΤ) του κυτταρικού κύκλου σε ένα ζωικό κύτταρο.

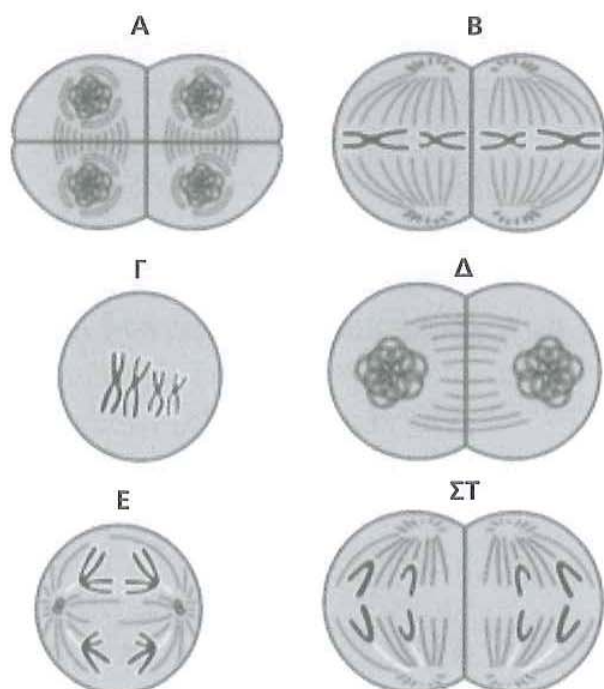


Η σωστή χρονική σειρά των στιγμιότυπων (Α έως ΣΤ) είναι:

- α. $\Delta \rightarrow \Sigma\Gamma \rightarrow \Gamma \rightarrow A \rightarrow \Delta \rightarrow B$
 - β. $B \rightarrow E \rightarrow \Delta \rightarrow \Sigma\Gamma \rightarrow A \rightarrow \Gamma$
 - γ. $\Gamma \rightarrow E \rightarrow \Sigma\Gamma \rightarrow \Delta \rightarrow B \rightarrow A$
 - δ. $B \rightarrow \Delta \rightarrow \Sigma\Gamma \rightarrow A \rightarrow \Gamma \rightarrow E$
8. Η διπλανή εικόνα παρουσιάζει με τυχαία σειρά μερικά από τα στάδια της μείωσης που υφίσταται ένα άωρο γεννητικό κύτταρο.

Η σωστή σειρά των σταδίων είναι:

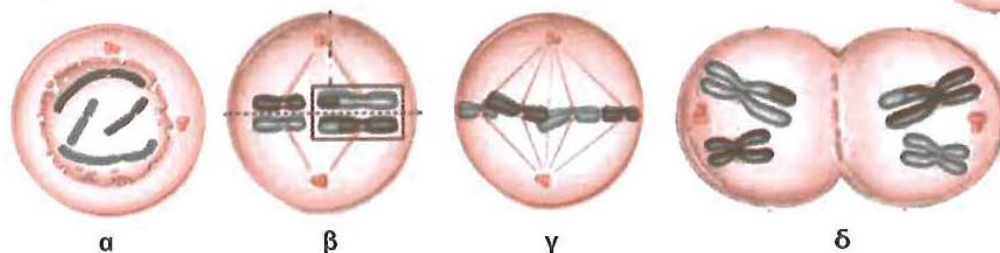
- α. $E \rightarrow \Delta \rightarrow \Gamma \rightarrow B \rightarrow \Sigma\Gamma \rightarrow A$
- β. $\Delta \rightarrow \Gamma \rightarrow E \rightarrow B \rightarrow \Sigma\Gamma \rightarrow A$
- γ. $\Gamma \rightarrow E \rightarrow \Delta \rightarrow B \rightarrow \Sigma\Gamma \rightarrow A$
- δ. $\Gamma \rightarrow \Delta \rightarrow B \rightarrow E \rightarrow \Sigma\Gamma \rightarrow A$



-
- The image shows four stages of mitosis in a cell:
- 1. Prophase:** The nucleus is visible with chromatin condensing into chromosomes. Spindle fibers are beginning to form at the poles.
 - 2. Metaphase:** Chromosomes are aligned at the metaphase plate (equator) in the center of the cell. Spindle fibers are attached to the centromeres.
 - 3. Anaphase:** Sister chromatids have separated and are being pulled toward opposite poles by the spindle fibers. The cell begins to elongate.
 - 4. Telophase:** Two new nuclei are forming at opposite poles, each containing a set of chromosomes. The spindle fibers are breaking down, and the cell membrane is beginning to pinch in the center.

$$\delta. 2 \rightarrow 4 \rightarrow 1 \rightarrow 3$$

-
- A diagram of a cell in metaphase. The cell is roughly circular with a reddish-brown outer boundary. Inside, a dark, dense mass of chromosomes is aligned horizontally in the center of the cell, representing the equatorial plate. Two thin, vertical lines extend from the top and bottom edges of the cell towards the center, representing the spindle fibers.

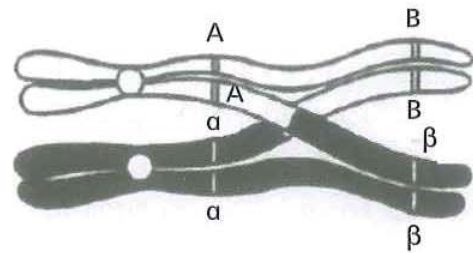


-

- δ. αλληλίζουν τα χαρακτηριστικά που ελέγχονται από δύο ίδιες περιοχές DNA, με αποτέλεσμα τη δημιουργία νέων ειδών

12. Το διπλανό σχήμα απεικονίζει ένα ζεύγος ομόλογων χρωσωμάτων κατά τη διάρκεια της πρόφασης I.

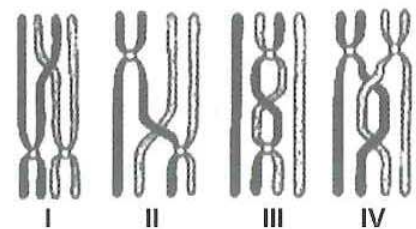
Σε ποια από τις δύο αναφάσεις της μείωσης διαχωρίζονται αντίστοιχα τα αλληλόμορφα γονίδια A, a και B, b;



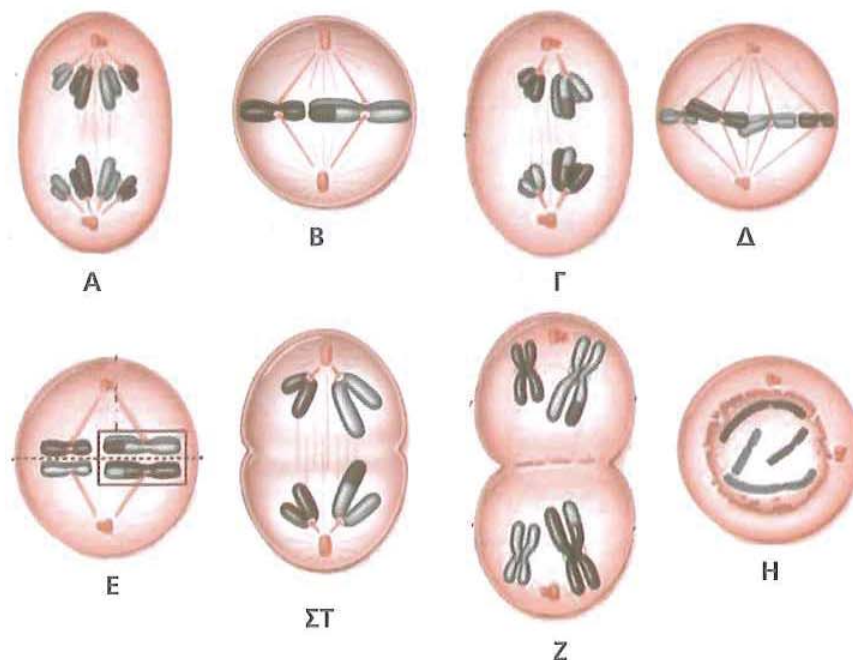
	Αλληλόμορφα A και a	Αλληλόμορφα B και b
α.	Ανάφαση I ή II	Ανάφαση I
β.	Ανάφαση II	Ανάφαση I
γ.	Ανάφαση II	Ανάφαση II
δ.	Ανάφαση I	Ανάφαση II

13. Ποια ή ποιες από τις διατάξεις χρωσωμάτων του διπλανού σχήματος είναι κατάλληλες για την πραγματοποίηση επιχιασμού;

- α. μόνο n I γ. μόνο n IV
β. n II ή n III δ. n I ή n IV



14. Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζονται με τα γράμματα A έως H και με τυχαία σειρά μερικά στάδια της μίτωσης και της μείωσης σε κύτταρα ενός διπλοειδούς οργανισμού.



I. Τα γράμματα που αντιστοιχούν στη μίτωση είναι τα:

- α. A, E και Z β. B, ΣΤ και Η γ. E, Γ και Η δ. A, Δ και Η

II. Τα γράμματα που αντιστοιχούν στη μείωση I είναι τα:

- α. E, Z και Η β. Γ, E και Z γ. E, ΣΤ και Η δ. A, E και Z

III. Τα γράμματα που αντιστοιχούν στη μείωση II είναι τα:

- α. Β, Γ και Ζ β. Γ, ΣΤ και Η γ. Β και ΣΤ δ. Γ και Ζ

IV. Το γράμμα που παριστάνει μετάφαση μίτωσης είναι το:

- α. Β β. Ε γ. Δ δ. Β ή Δ

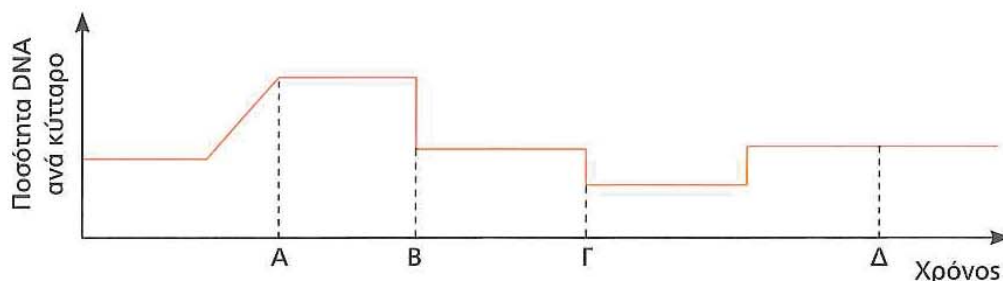
V. Το γράμμα που παριστάνει ανάφαση I είναι το:

- α. Γ β. ΣΤ γ. Α δ. Α ή ΣΤ

VI. Το γράμμα που παριστάνει ανάφαση II είναι το:

- α. Γ β. ΣΤ γ. Α δ. Α ή ΣΤ

15. Το παρακάτω διάγραμμα απεικονίζει τη μεταβολή της ποσότητας του DNA του πυρήνα που μπορεί να έχει ένα κύτταρο σε συνάρτηση με τον χρόνο.



I. Το γράμμα που δηλώνει το τέλος της μείωσης I είναι:

- α. το Α β. το Β γ. το Γ δ. το Δ

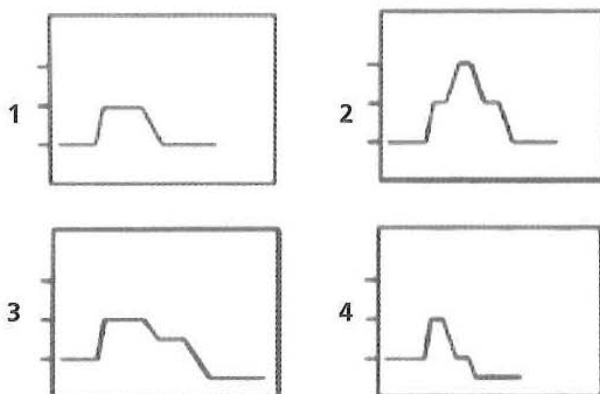
II. Το γράμμα που δηλώνει αρχή μεσόφασης (G_1) είναι:

- α. το Α β. το Β γ. το Γ δ. το Δ

III. Γονιμοποίηση έγινε:

- α. λίγο πριν το Α β. μεταξύ Α, Β γ. μεταξύ Β, Γ δ. μεταξύ Γ, Δ

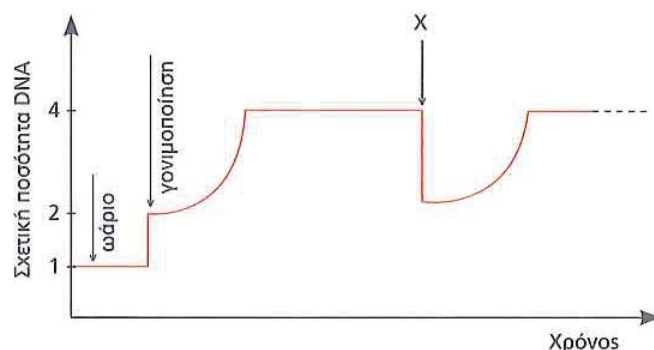
16. Τα παρακάτω διαγράμματα (1 έως 4) απεικονίζουν τη μεταβολή της ποσότητας του DNA του πυρήνα σε αυθαίρετες μονάδες (κάθετος άξονας Υ) σε συνάρτηση με τον χρόνο (οριζόντιος άξονας Χ) κατά τη διαίρεση ενός κυττάρου.



Τα δύο διαγράμματα που απεικονίζουν σωστά τη μεταβολή της ποσότητας του DNA κατά τη διάρκεια της μείωσης και της μίτωσης είναι αντίστοιχα:

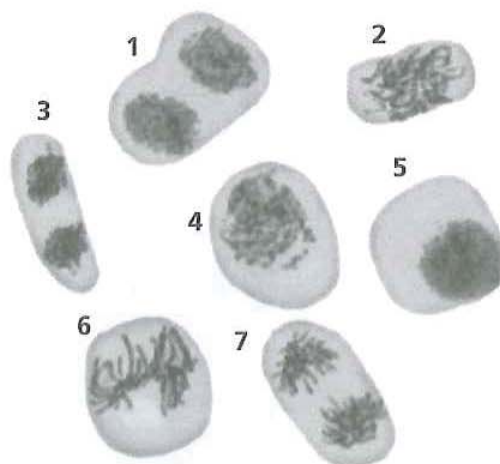
- α. το 1 και το 2 β. το 4 και το 1 γ. το 3 και το 4 δ. το 3 και το 1

17. Το παρακάτω διάγραμμα απεικονίζει τις αλλαγές στην ποσότητα του DNA που βρίσκεται στον πυρήνα στα διάφορα είδη/φάσεις του κυτταρικού κύκλου.



Το στάδιο/φάση που αντιστοιχεί στη θέση X είναι:

- α. η μεσόφαση β. η πρόφαση γ. η μετάφαση δ. η τελόφαση
18. Στη διπλανή εικόνα απεικονίζονται μεμονωμένα μερικά κύτταρα ενός ιστού που υφίσταται μίτωση. Η σωστή χρονική σειρά των σταδίων στα κύτταρα του σχήματος είναι:
- α. $4 \rightarrow 5 \rightarrow 6 \rightarrow 3 \rightarrow 2 \rightarrow 7 \rightarrow 1$
 β. $5 \rightarrow 4 \rightarrow 2 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 3 \rightarrow 1$
 γ. $4 \rightarrow 3 \rightarrow 7 \rightarrow 6 \rightarrow 2 \rightarrow 5 \rightarrow 1$
 δ. $5 \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 4 \rightarrow 7 \rightarrow 3 \rightarrow 6$



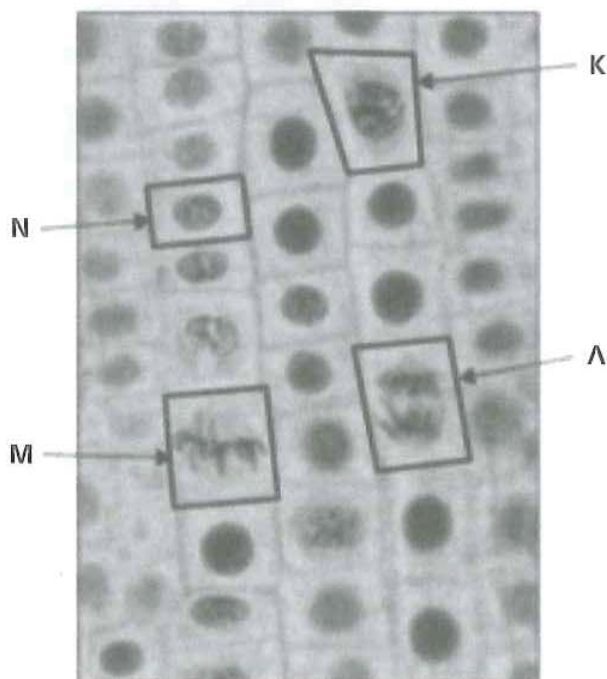
19. Στη διπλανή εικόνα απεικονίζονται κύτταρα ακρόρριζας κρεμμυδιού που υφίστανται μίτωση.

I. Το κύτταρο στο οποίο μόλις ολοκληρώθηκε η κυτταροπλασματική διαίρεση είναι αυτό με την ένδειξη:

- α. Κ β. Λ γ. Ν δ. Μ

II. α. Κάθε χρωμόσωμα του κυττάρου με την ένδειξη Μ αποτελείται από ένα μόριο DNA.

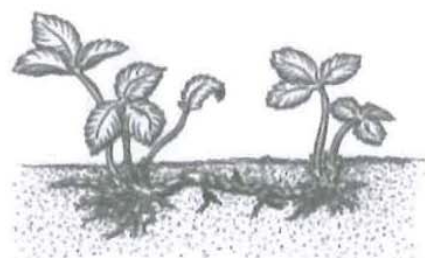
β. Οι αδελφές χρωματίδες αποχωρίζονται και κινούνται προς τους δύο αντίθετους πόλους στο κύτταρο με την ένδειξη Λ.



γ. Ο πυρήνας του κυττάρου με την ένδειξη N έχει τον μισό αριθμό χρωμοσωμάτων σε σχέση με το μητρικό κύτταρο.

δ. Τα ομόλογα χρωμοσώματα συνάπτονται στο κύτταρο K.

20. Στο διπλανό σχήμα απεικονίζονται δύο φυτά φράουλας (*Fragaria chiloensis*). Το φυτό 2 έχει προκύψει μονογονικά από το φυτό 1. Εάν τα κύτταρα των φύλλων του φυτού 1 που είναι οκταπληοειδές φυτό (8n) έχουν 56 χρωμοσώματα, πόσα χρωμοσώματα θα βρίσκονται:



Φυτό 1

Φυτό 2

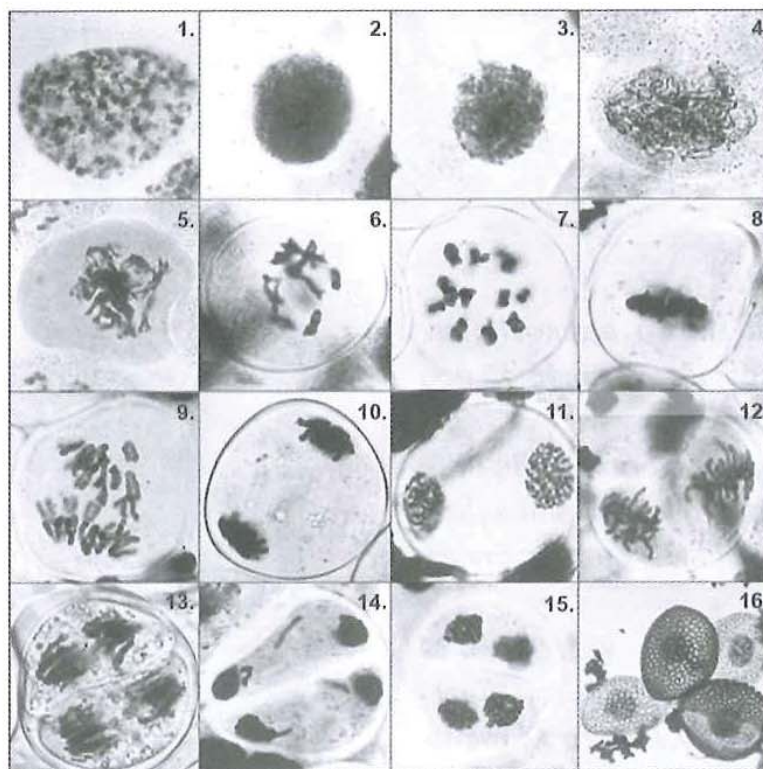
I. στα κύτταρα των φύλλων του φυτού 2:

- α. 14 β. 28 γ. 56 δ. 112

II. στα κύτταρα του φυσιολογικού διπλοειδούς φυτού (άγριο στέλεχος):

- α. 7 β. 14 γ. 21 δ. 28

21. Οι εικόνες 1 έως 16 στο παρακάτω σχήμα δείχνουν στάδια της μείωσης με τη σωστή σειρά με την οποία συμβαίνουν.



I. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστή;

α. Κατά τη διάρκεια του σταδίου που δηλώνει η εικόνα 9, διαχωρίζονται οι χρωματίδες.

β. Τα κύτταρα που δημιουργούνται μετά το στάδιο 10 είναι απλοειδή.

γ. Κατά τη διάρκεια του σταδίου που δηλώνει η εικόνα 11, γίνεται διπλάσιασμός του DNA.

δ. Κατά τη διάρκεια του σταδίου που δηλώνει η εικόνα 12, ζευγαρώνουν τα χρωμοσώματα.

II. Κύτταρα στα οποία κάθε χρωμόσωμα είναι διπλάσιασμένο είναι αυτά που βρίσκονται στα στάδια:

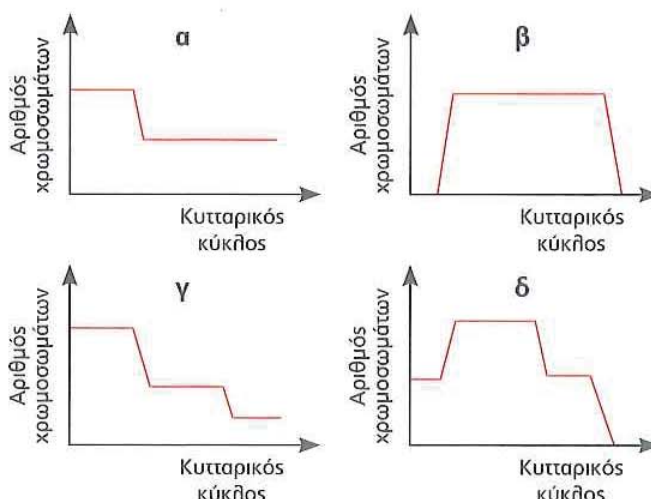
α. 4 και 16

β. 11 και 15

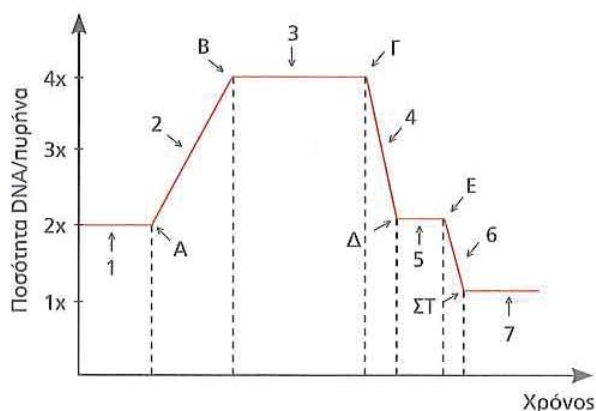
γ. 12 και 14

δ. 9 και 11

22. Ποιο από τα τέσσερα διπλανά διαγράμματα απεικονίζει σωστά την αλλαγή στον αριθμό των χρωμοσωμάτων κατά τη διάρκεια του κυτταρικού κύκλου (μεσόφαση, μίτωση), ξεκινώντας από το στάδιο G_1 της μεσόφασης και αμέσως μετά τελειώνοντας με την ολοκλήρωση της μείωσης.



23. Το διπλάνο διάγραμμα απεικονίζει τη μεταβολή στην ποσότητα του DNA του πυρήνα ανά κύτταρο σε ένα άωρο γεννητικό κύτταρο κατά τη διάρκεια της μείωσης, ξεκινώντας από το στάδιο G_1 της μεσόφασης. Οι αριθμοί 1 έως 7 αναφέρονται στα διάφορα στάδια (από το G_1 έως και το τέλος της μείωσης), ενώ τα γράμματα Α έως ΣΤ δηλώνουν την έναρξη ή το τέλος κάποιου σταδίου.



I. Σε ποιο ή ποια από τα στάδια βρίσκονται απλοειδή κύτταρα;

α. 7

β. 5

γ. 1 και 5

δ. 5 και 7

II. Πόσα κύτταρα έχουν δημιουργηθεί από ένα αρχικό κύτταρο στο στάδιο 7;

α. 1

β. 2

γ. 3

δ. 4

III. Ποιος αριθμός στο σχήμα περιλαμβάνει το στάδιο που γίνεται σύναψη των ομόλογων χρωμοσωμάτων; α. 1 β. 2 γ. 3 δ. 4

IV. Σε ποιο στάδιο διαχωρίζονται οι αδελφές χρωματίδες;

α. 3

β. 4

γ. 5

δ. 6

V. Ο αριθμός/οί που δηλώνει/ουν τα στάδια G_2 , πρόφαση I και μετάφαση I είναι αντίστοιχα:

α. το 2, το 3 και το 4

β. το 3

γ. το 3 και το 4

δ. το 1, το 2 και το 3

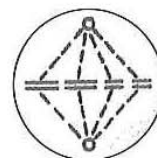
VI. Το γράμμα που δηλώνει το τέλος της μείωσης I είναι το:

- α. Γ β. Δ γ. Ε δ. ΣΤ

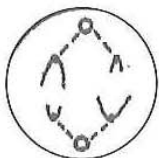
VII. Το γράμμα που δηλώνει το τέλος του σταδίου G₁ είναι το:

- α. Α β. Β γ. Γ δ. ΣΤ

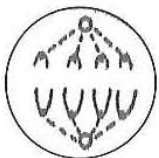
24. Το διπλανό σχήμα απεικονίζει ένα από τα στάδια της μίτωσης. Ποιο από τα παρακάτω σχήματα δείχνει το επόμενο στάδιο της μίτωσης;



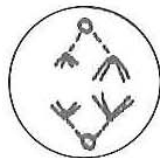
α



β

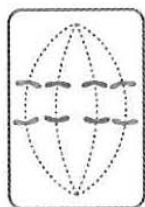
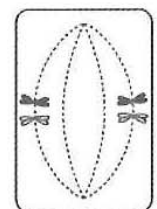


γ

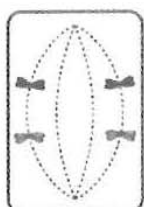


δ

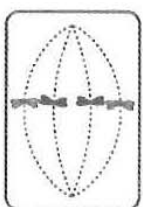
25. Το διπλανό σχήμα απεικονίζει ένα από τα στάδια της μείωσης. Ποιο από τα παρακάτω σχήματα απεικονίζει το επόμενο στάδιο της μείωσης;



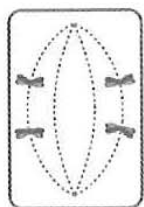
α



β

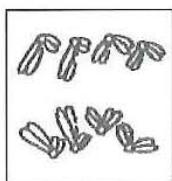
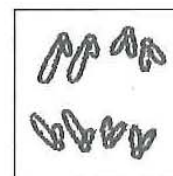


γ

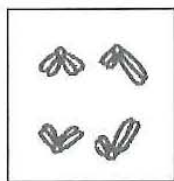


δ

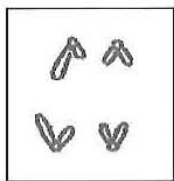
26. Το διπλανό σχήμα απεικονίζει ανάφαση μίτωσης. Ποιο από τα παρακάτω τέσσερα σχήματα α, β, γ και δ δείχνει να γίνεται σε κύτταρα του ίδιου οργανισμού: I. ανάφαση I και II. ανάφαση II;



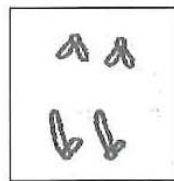
α



β



γ



δ

27. Το διπλανό σχήμα απεικονίζει ένα από τα στάδια της μείωσης. Ποιο από τα στάδια Α έως Ζ της μείωσης που βρίσκονται σε τυχαία σειρά αποτελούν αντίστοιχα το προηγούμενο και το επόμενο στάδιο της μείωσης;



Α



Β



Γ



Δ



Ε



ΣΤ



Ζ

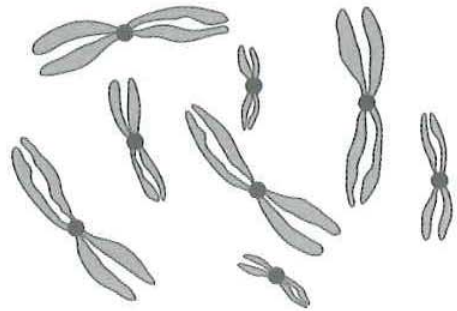
α. το Ζ και το Β

β. το ΣΤ και το Α

γ. το Β και το Ζ

δ. το Δ και το Β

28. Στο διπλανό σχήμα απεικονίζονται τα χρωμοσώματα ενός άωρου γεννητικού κυττάρου ενός οργανισμού που πρόκειται να παράγει γαμέτες.



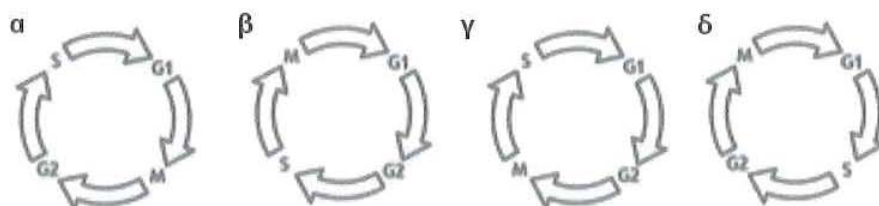
- I. Ο αριθμός των χρωμοσωμάτων σε κάθε γαμέτη θα είναι:
 - α. 2 β. 4 γ. 8 δ. 16
- II. Ο αριθμός των διαφορετικών γαμετών που μπορούν να προκύψουν από τα άωρα γεννητικά κύτταρα του παραπάνω οργανισμού εξαιτίας μόνο του ανεξάρτητου συνδυασμού των μη ομόλογων χρωμοσωμάτων είναι:
 - α. 4 β. 8 γ. 16 δ. 32
- III. Η πιθανότητα ένας γαμέτης να φέρει τα χρωμοσώματα μόνο του ενός γονέα είναι:
 - α. 1/4 β. 1/8 γ. 1/16 δ. 1/32

29. Το διπλανό σχήμα δείχνει μερικά χρωμοσώματα κατά τη διάρκεια κάποιων σταδίων της μείωσης.

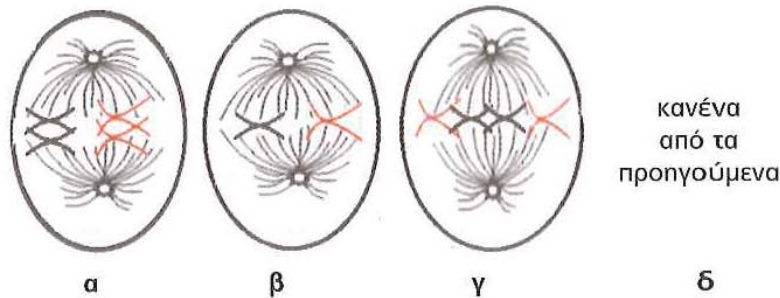
- I. Ο αποχωρισμός των ομόλογων χρωμοσωμάτων γίνεται:
 - α. πριν από το στάδιο 1
 - β. μεταξύ των σταδίων 1 και 2
 - γ. μεταξύ των σταδίων 2 και 3
 - δ. μεταξύ των σταδίων 1 και 2 και στη συνέχεια ξανά μεταξύ των σταδίων 2 και 3
- II. Τα χρωμοσώματα που φαίνονται στο σχήμα φέρουν:
 - α. διαφορετικά γονίδια που ελέγχουν διαφορετικές ιδιότητες και διαφορετικά αλληληλόμορφα
 - β. διαφορετικά γονίδια και τα ίδια αλληληλόμορφα
 - γ. τα ίδια γονίδια που ελέγχουν τις ίδιες ιδιότητες και διαφορετικά αλληληλόμορφα
 - δ. τα ίδια γονίδια που ελέγχουν τις ίδιες ιδιότητες και τα ίδια αλληληλόμορφα

Στάδιο 1	
Στάδιο 2	
Στάδιο 3	

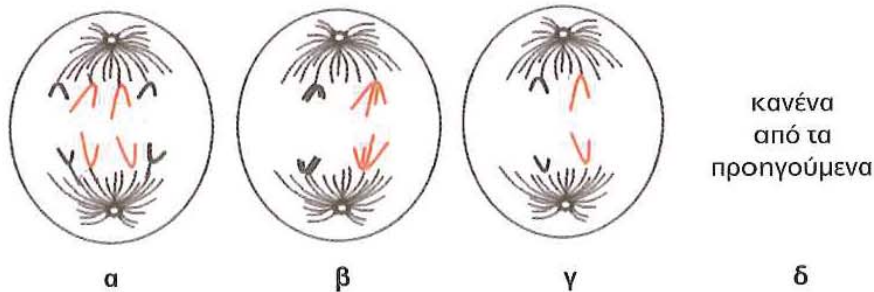
30. Στο παρακάτω σχήμα, το γράμμα που δείχνει τη σωστή σειρά των σταδίων/φάσεων του κυτταρικού κύκλου είναι:



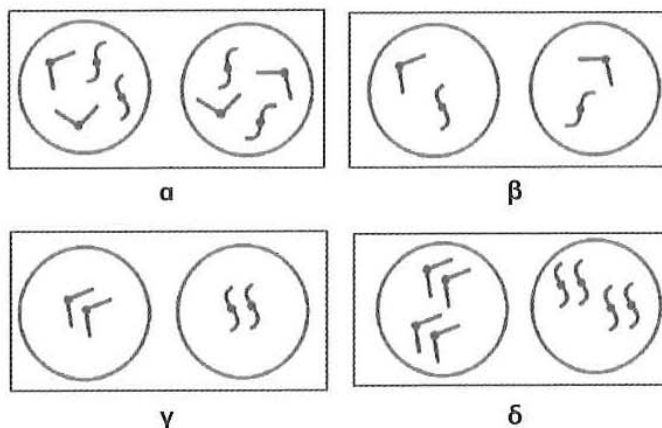
31. Ποιο από τα κύτταρα του παρακάτω σχήματος απεικονίζει μετάφαση I;



32. Ποιο από τα κύτταρα του παρακάτω σχήματος απεικονίζει την ανάφαση II όταν το κύτταρο που υφίσταται μείωση έχει 4 χρωμοσώματα;

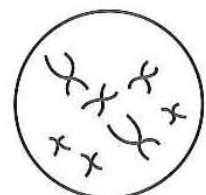


33. Η εικόνα δεξιά αναπαριστά τα χρωμοσώματα ενός επιθηλιακού κυττάρου που βρίσκεται σε διαδικασία διαίρεσης, έτοιμο να δώσει δύο θυγατρικά επιθηλιακά κύτταρα. Ποιο από τα παρακάτω τέσσερα διαγράμματα παρουσιάζει καλύτερα την κατανομή των χρωμοσωμάτων στα δύο θυγατρικά κύτταρα που παράγονται κατά τη διαδικασία της διαίρεσης;



(Π.Δ.Β. 2018)

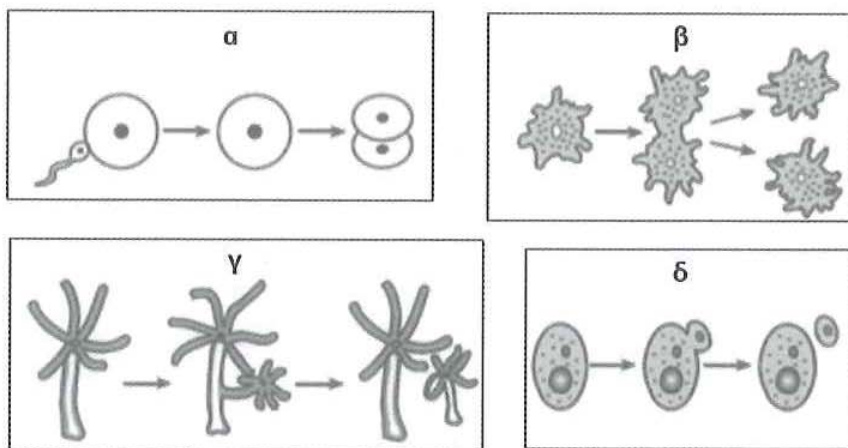
34. Στο διπλανό σχήμα φαίνονται τα χρωμοσώματα ενός σωματικού κυττάρου σε έναν μη φυσιολογικό ζωικό οργανισμό ο οποίος προέκυψε από αμφιγονική αναπαραγωγή. Ο λανθασμένος αριθμός χρωμοσωμάτων σε έναν από τους γαμέτες που συ-



νέβαλε στη δημιουργία του μη φυσιολογικού ζυγωτού από το οποίο αναπτύχθηκε ο παραπάνω οργανισμός είναι:

α. 4 β. 5 γ. 6 δ. 7

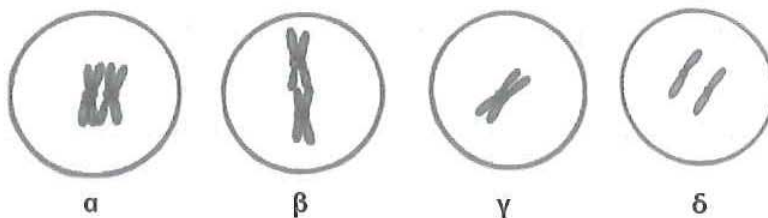
35. Ποια από τις παρακάτω απεικονιζόμενες διαδικασίες δημιουργούν απογόνους με γενετική ποικιλομορφία;



(Π.Δ.Β. 2016)

36. Με βάση το διπλάνο σχήμα που δείχνει την πρόφαση ενός διπλοειδούς κυττάρου, να απαντήσετε στις ακόλουθες ερωτήσεις:

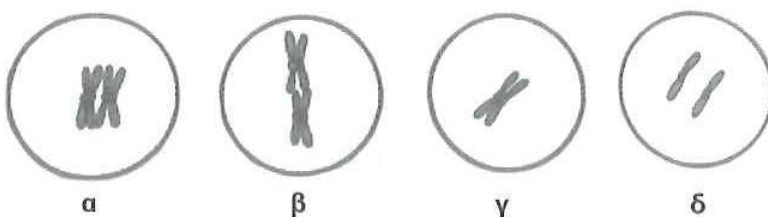
I. Ποιο από τα παρακάτω σχήματα δείχνει τη διάταξη των χρωμοσωμάτων στη μετάφαση της μίτωσης;



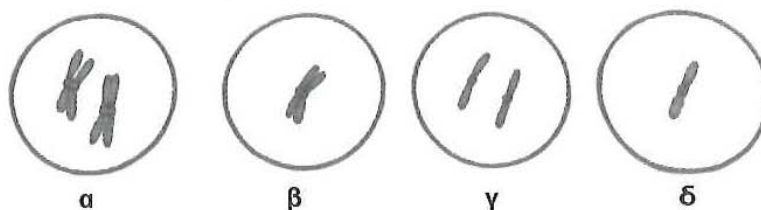
II. Ένα θυγατρικό κύτταρο που έχει προκύψει από μίτωση και βρίσκεται στο στάδιο G_1 , τι θα περιέχει;

- α. δύο διπλασιασμένα χρωμοσώματα
- β. δύο μη διπλασιασμένα χρωμοσώματα
- γ. ένα διπλασιασμένο χρωμόσωμα
- δ. ένα μη διπλασιασμένο χρωμόσωμα

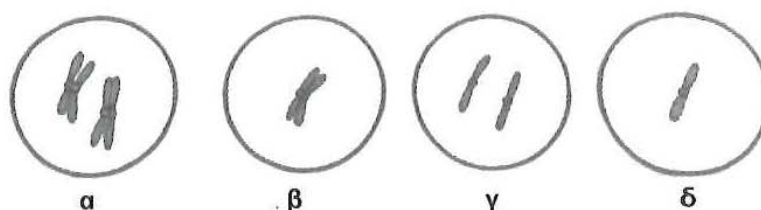
III. Ποιο από τα παρακάτω σχήματα δείχνει τη διάταξη των χρωμοσωμάτων κατά τη μετάφαση I;



IV. Ποιο από τα παρακάτω σχήματα δείχνει τη διάταξη των χρωμοσωμάτων στην αρχή της μείωσης II;



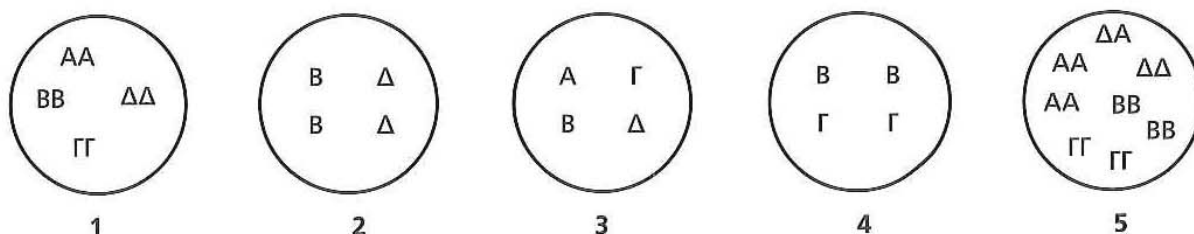
V. Ποιο από τα παρακάτω σχήματα δείχνει τα χρωμοσώματα που περιέχει ένα θυγατρικό κύτταρο στο τέλος της μείωσης;



37. Ποια από τις παρακάτω σειρές είναι σωστή;

	Μίτωση	Μείωση
α.	Στους αντίθετους πόλους του κυττάρου κατευθύνονται διπλασιασμένα χρωμοσώματα.	Στους αντίθετους πόλους του κυττάρου κατευθύνονται μη διπλασιασμένα χρωμοσώματα.
β.	Γίνεται σε απλοειδή ή διπλοειδή κύτταρα.	Γίνεται μόνο σε διπλοειδή κύτταρα.
γ.	Γίνεται μια κυτταροπλασματική διαίρεση.	Γίνονται δύο κυτταροπλασματικές διαιρέσεις.
δ.	Προηγείται μία αντιγραφή του DNA του πυρήνα.	Προηγούνται δύο αντιγραφές του DNA του πυρήνα.

38. Τα κύτταρα 1 έως 5 της παρακάτω εικόνας ανήκουν στη δροσόφιλα ($2n = 8$). Καθένα από τα γράμματα Α, Β, Γ και Δ μέσα στο κάθε κύτταρο αντιπροσωπεύει ένα μοναδικό χρωμόσωμα (μη διπλασιασμένο).



I. Μη φυσιολογικά κύτταρα είναι:

α. το 1 και το 2 β. το 2 και το 3 γ. το 3 και το 5 δ. τα 2, 4 και 5

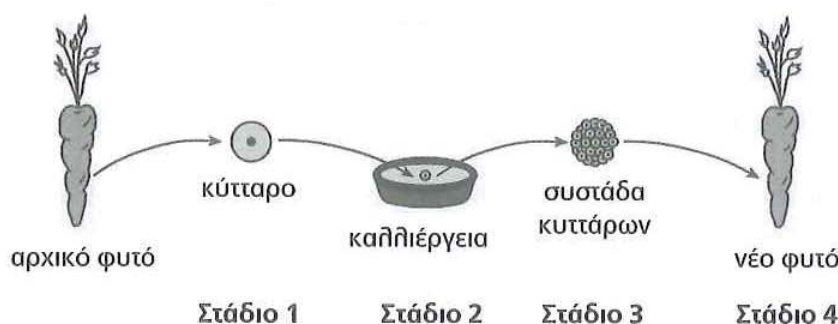
II. Το ζυγωτό είναι: α. το 1 β. το 2 ή το 4 γ. το 3 δ. το 5

III. Ο γαμέτης είναι: α. το 2 β. το 3 γ. το 4 δ. το 2 ή το 4

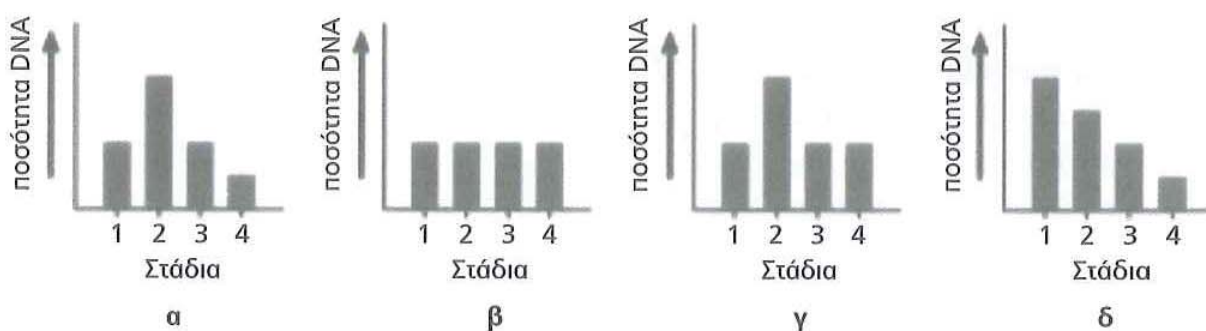
39. Ένα κύτταρο αλεπούς (*Vulpes vulpes*) περιέχει 34 μόρια DNA στην αρχή της μεσόφασης (G_1). Ποια από τις παρακάτω σειρές αντιστοιχεί στον σωστό αριθμό μορίων DNA που μπορεί να έχει ένα κύτταρο της αλεπούς στα αντίστοιχα στάδια της κυτταρικής διαίρεσης που αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα;

	Πρόφαση μίτωσης	Μετάφαση μίτωσης	Πρόφαση II	Μετάφαση II
α.	34	68	34	17
β.	34	34	34	17
γ.	68	68	34	34
δ.	68	34	68	34

40. Το διάγραμμα αναπαριστάει μια τεχνική που χρησιμοποιούν σήμερα οι επιστήμονες για να διατηρήσουν τις γενετικές ιδιότητες ενός οργανισμού.

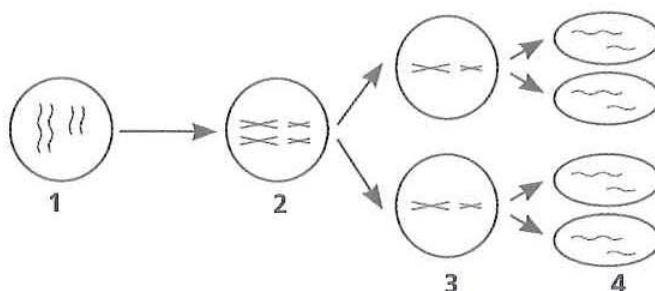


Ποια από τις παρακάτω γραφικές παραστάσεις αναπαριστάει καλύτερα την ποσότητα του DNA κάθε κυττάρου σε κάθε στάδιο στην αρχή της μεσόφασης;

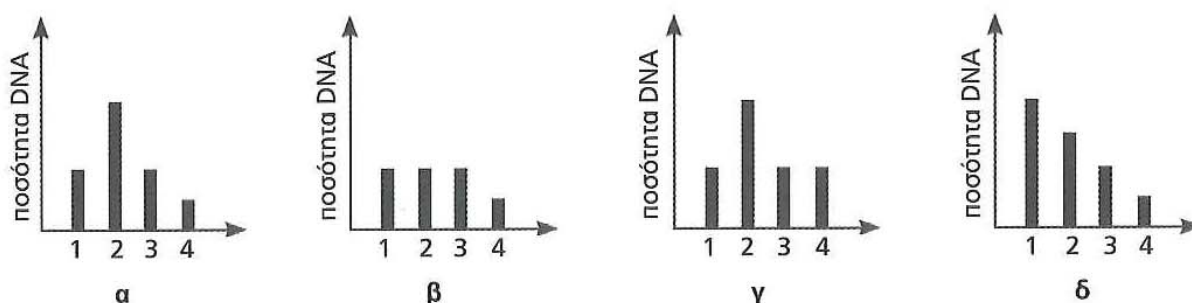


(Π.Δ.Β. 2018)

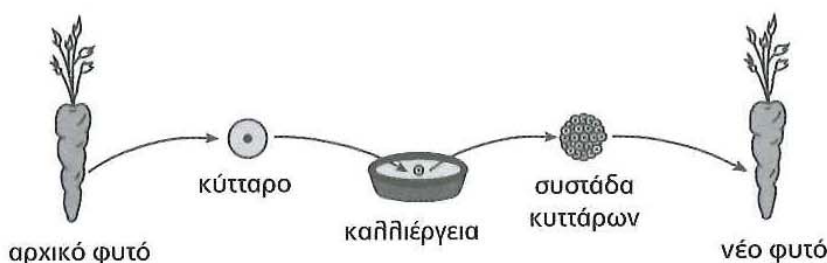
41. Στα κύτταρα 1, 2, 3 και 4 του διπλανού σχήματος απεικονίζεται συνοπτικά η διαδικασία σχηματισμού γαμετών από ένα άωρο γεννητικό κύτταρο.



Ποιο από τα παρακάτω ιστογράμματα απεικονίζει σωστά τις μεταβολές στην ποσότητα του DNA σε καθένα από τα κύτταρα 1, 2, 3 και 4 του παραπάνω σχήματος;



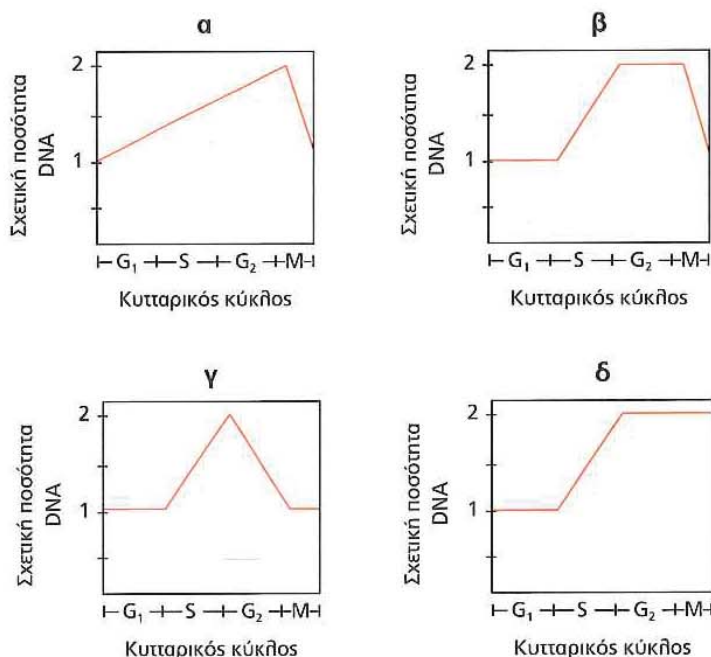
42. Το διάγραμμα της παρακάτω εικόνας απεικονίζει τη διαδικασία παραγωγής ενός νέου φυτού καρότου από προϋπάρχον.



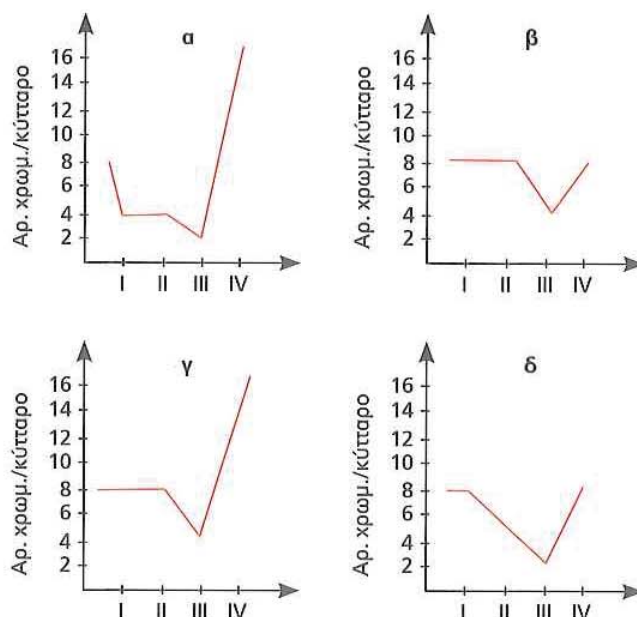
Συγκρίνοντας κάθε κύτταρο του αρχικού φυτού με κάθε κύτταρο του νέου φυτού, αν δεν έχει μεσοληβήσει μετάλλαξη, θα έχουμε:

- α. τον ίδιο αριθμό χρωμοσωμάτων και τα ίδια αλληλόμορφα
- β. τον ίδιο αριθμό χρωμοσωμάτων και διαφορετικά αλληλόμορφα
- γ. τον μισό αριθμό χρωμοσωμάτων και τα ίδια αλληλόμορφα
- δ. τον μισό αριθμό χρωμοσωμάτων και διαφορετικά αλληλόμορφα (Π.Δ.Β. 2014)

43. Ποιο από τα τέσσερα διπλανά διαγράμματα δείχνει τη σχετική μεταβολή στην ποσότητα του DNA των μιτοχονδρίων σε ένα κύτταρο που διαιρείται μιτωτικά;



44. Ένα κύτταρο με οκτώ χρωσώματα υφίσταται δύο διαδοχικές μιτωτικές διαιρέσεις και στη συνέχεια μείωση. Ένα από τα θυγατρικά κύτταρα γονιμοποιείται. Ποιο από τα τέσσερα διπληνά διαγράμματα αντιπροσωπεύει σωστά τις μεταβολές στον αριθμό των χρωμοσωμάτων κατά την πραγματοποίηση των αναφερθέντων διαδικασιών στο παραπάνω κύτταρο;

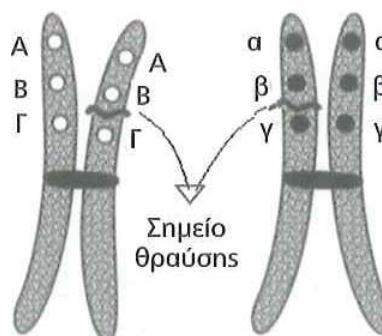


Όπου: I: 1η μίτωση, II: 2η μίτωση, III: Μείωση, IV: Γονιμοποίηση

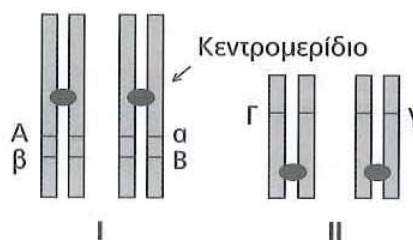
45. Το διπληνό σχήμα αναπαριστά ένα ζευγάρι ομόλογων χρωμοσωμάτων κατά τη διάρκεια της μείωσης κατά την οποία συμβαίνει επιχiasμός.

Η γενετική σύσταση των γαμετών ως προς το παραπάνω ζεύγος χρωμοσωμάτων θα είναι:

- α. ABΓ, aBΓ, ABγ, aBγ γ. ABΓ, ABΓ, aBγ, aBγ
β. ABΓ, aBΓ, ABγ, aBγ δ. ABΓ, aBγ, ABγ, aBγ



46. Στο διπληνό σχήμα απεικονίζονται δύο ζεύγη διπλησιασμένων χρωμοσωμάτων I και II, μέσα σε ένα κύτταρο το οποίο σύντομα θα αρχίσει να διαιρείται μειωτικά. Στα χρωμοσώματα αυτά φαίνονται τρεις γενετικές θέσεις για τα αλληλόμορφα A, a/B, β/Γ, γ αντίστοιχα.



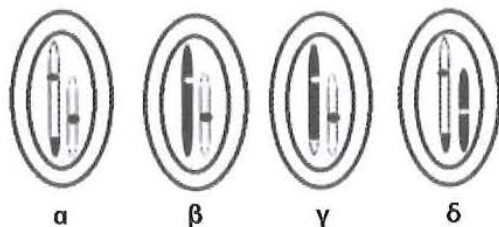
- I. Από τον συγκεκριμένο οργανισμό στον οποίο ανήκει το παραπάνω κύτταρο και λαμβάνοντας υπόψη μόνο τα παραπάνω αναφερόμενα γονίδια στα δύο ζεύγη χρωμοσωμάτων I και II, ο αριθμός των διαφορετικών γαμετών που μπορεί να προκύψουν συνολικά χωρίς ή με έναν επιχiasμό που να περιλαμβάνει μια από τις δύο γενετικές θέσεις στο ζεύγος I είναι αντίστοιχα:

- α. 2 και 4 β. 4 και 4 γ. 4 και 8 δ. 2 και 8

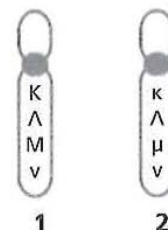
- II. Η γενετική σύσταση με βάση τα παραπάνω γονίδια που θα μπορούσε να έχει ένας γαμέτης αν συμβεί ένας επιχiasμός που να περιλαμβάνει μία από τις δύο γενετικές θέσεις που φαίνονται στο ζεύγος I είναι:

- α. ABΓ ή aBγ β. aBγ ή ABΓ γ. ABγ ή aBΓ δ. aBγ ή ABγ

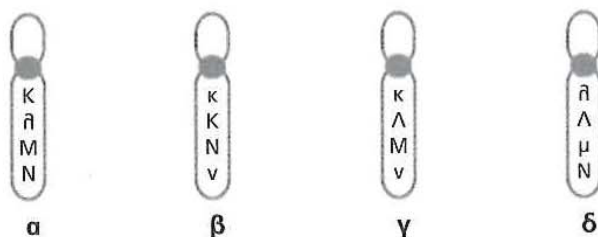
47. Δεδομένου ότι δεν έγινε άλλος επιχιασμός στο κύτταρο του διπλανού σχήματος, ποιος από τους παρακάτω γαμέτες δεν μπορεί να έχει προκύψει απ' αυτό;



48. Στο διπλανό σχήμα απεικονίζεται ένα ζευγάρι ομόλογων χρωμοσωμάτων (1, 2) με μερικά από τα αλληληλόμορφα που αυτά φέρουν.



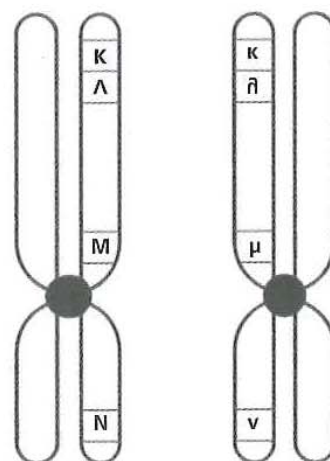
- I. Ποιο από τα παρακάτω χρωμοσώματα βρίσκεται σε ένα από τα παραγόμενα ωάρια, δεδομένου ότι έγινε επιχιασμός;



- II. Το σημείο στο οποίο έγινε το χίασμα στα χρωμοσώματα 1 και 2 του παραπάνω ζεύγους βρίσκεται αντίστοιχα ανάμεσα στα αλληληλόμορφα:

α. Κ-Λ και κ-λ β. Λ-Μ και Λ-μ γ. Μ-ν και μ-ν δ. Ισχύουν τα α και β

49. Το διπλανό σχήμα δείχνει ένα ζευγάρι ομόλογων χρωμοσωμάτων το οποίο υφίσταται σύναψη κατά τη διάρκεια της μείωσης. Στο ζευγάρι αυτό φαίνονται και οι γενετικές θέσεις τεσσάρων γονιδίων. Δεδομένου ότι συμβαίνει επιχιασμός ανάμεσα στα δύο χρωμοσώματα και προκύπτουν νέοι συνδυασμοί αλληληλόμορφων, ποιος από τους συνδυασμούς των αλληληλόμορφων είναι πιο σπάνιος να συμβεί; (Δίνεται ότι, όσο πιο μακριά βρίσκονται δύο γενετικές θέσεις, τόσο πιο εύκολα μπορούν να ανασυνδυαστούν με επιχιασμό τα αλληληλόμορφα που φέρουν.)



α. Κλμν β. κλΜΝ γ. κλμΝ δ. ΚΛΜν

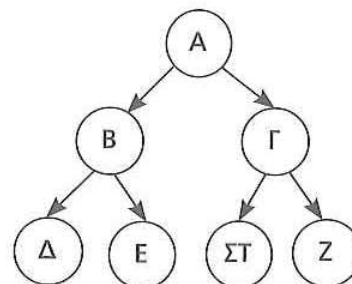
50. Το διπλάνο σχήμα παριστάνει ανάφαση:

- α. μίτωσης κυττάρου με $2n = 4$ χρωμοσώματα
- β. μίτωσης κυττάρου με $2n = 2$ χρωμοσώματα
- γ. μείωσης II κυττάρου με $2n = 4$ χρωμοσώματα
- δ. μείωσης II κυττάρου με $2n = 2$ χρωμοσώματα



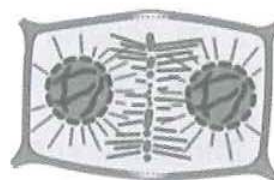
51. Στο διπλάνο σχήμα, τα τέσσερα θυγατρικά κύτταρα Δ, Ε, ΣΤ και Ζ έχουν προκύψει μετά από μείωση του κυττάρου Α. Με δεδομένο ότι δεν συνέβησαν επιχιασμοί ή μεταηλλάξεις, ποια από τα κύτταρα αυτά είναι γενετικά πανομοιότυπα;

- α. τα Β και Γ
- β. τα Β, Δ και Ε
- γ. τα Δ, Ε, ΣΤ και Ζ
- δ. τα Δ και Ε ή τα ΣΤ και Ζ



52. Το κύτταρο στο διπλάνο σχήμα είναι:

- α. φυτικό
- β. ζωικό
- γ. φυτικό ή ζωικό
- δ. προκαρυωτικό

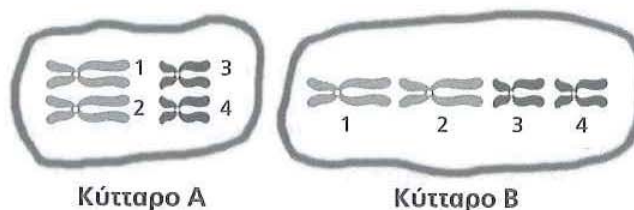


53. Το στάδιο της μείωσης που παριστάνει το διπλάνο σχήμα είναι:

- α. η μετάφαση I με $n = 4$
- β. η μετάφαση II με $n = 4$
- γ. η μετάφαση II με $n = 8$
- δ. η μετάφαση I με $n = 2$



54. Στην παρακάτω εικόνα φαίνονται τα χρωμοσώματα δύο φυσιολογικών κυττάρων ενός ευκαρυωτικού οργανισμού που βρίσκονται στη φάση της διαίρεσης, το κύτταρο Α στη μετάφαση I της μείωσης και το κύτταρο Β στη μετάφαση της μίτωσης.



- I. Από το κύτταρο Α, όπως εμφανίζεται στην εικόνα, θα προκύψουν φυσιολογικά:
- α. δύο γαμέτες που ο ένας θα περιέχει τα χρωμοσώματα 1, 3 και ο άλλος τα 2, 4
 - β. δύο γαμέτες που ο ένας θα περιέχει τα χρωμοσώματα 1, 4 και ο άλλος τα 2, 3
 - γ. τέσσερις γαμέτες που οι δύο μπορεί να περιέχουν τα χρωμοσώματα 1, 3 και οι άλλοι δύο τα 2, 4
 - δ. τέσσερις γαμέτες που θα περιέχει ο ένας τα χρωμοσώματα 1, 3, ο άλλος τα 2, 4, ο τρίτος τα 1, 4 και ο τέταρτος τα 2, 3

- II. Ο κάθε γαμέτης που θα προκύψει μετά το τέλος της μείωσης του κυττάρου Α θα περιέχει:
- α. 2 μόρια DNA β. 4 μόρια DNA γ. 8 μόρια DNA δ. 16 μόρια DNA
- III. Μετά την 1η μειωτική διαίρεση, φυσιολογικά κάθε θυγατρικό κύτταρο θα περιέχει:
- α. 4 χρωμοσώματα με 2 μόρια DNA γ. 4 χρωμοσώματα με 4 μόρια DNA
β. 2 χρωμοσώματα με 2 μόρια DNA δ. 2 χρωμοσώματα με 4 μόρια DNA
- IV. Ο οργανισμός διαθέτει σε κάθε σωματικό του κύτταρο που βρίσκεται στην αρχή της μεσόφασης:
- α. 8 χρωμοσώματα με ένα ινίδιο χρωματίνης το καθένα
β. 8 χρωμοσώματα με δύο ινίδια χρωματίνης το καθένα
γ. 4 χρωμοσώματα με δύο ινίδια χρωματίνης το καθένα
δ. 4 χρωμοσώματα με ένα ινίδιο χρωματίνης το καθένα
- V. Το κύτταρο Β όταν βρεθεί στην επόμενη φάση, ανάφαση, θα περιέχει:
- α. 2 μόρια DNA γ. 8 μόρια DNA
β. 4 μόρια DNA δ. 16 μόρια DNA

(Π.Δ.Β. 2014)

55. Μια ομάδα κυττάρων εξετάζεται για την περιεχόμενη ποσότητά τους σε DNA αμέσως μετά τον τερματισμό της μίτωσης και βρέθηκε να έχουν κατά μέσο όρο 8 πικογραμμάρια (pg)/πυρήνα. Τα κύτταρα αυτά στο τέλος της S φάσης και στο τέλος της G_2 φάσης του κυτταρικού κύκλου θα έχουν αντίστοιχα:

α. 8 pg και 8 pg β. 8 pg και 16 pg γ. 16 pg και 8 pg δ. 16 pg και 16 pg

(Π.Δ.Β. 2012)

56. Το διπληνό σχήμα παριστάνει ανάφαση:

- α. μείωσης I κυττάρου με $2n = 12$ χρωμοσώματα
β. μίτωσης κυττάρου με $2n = 6$ χρωμοσώματα
γ. μείωσης II κυττάρου με $2n = 6$ χρωμοσώματα
δ. μείωσης II κυττάρου με $2n = 12$ χρωμοσώματα



57. Ένας οργανισμός έχει στα κύτταρά του στην αρχή της μίτωσης 16 χρωματίδες.

- I. Ο απλοειδής και ο διπλοειδής αριθμός χρωμοσωμάτων του οργανισμού είναι αντίστοιχα: α. 8 και 4 β. 4 και 8 γ. 8 και 16 δ. 16 και 8
- II. Πόσες διαφορετικές πιθανές διατάξεις των ζευγών των ομόλογων χρωμοσωμάτων παρατηρούνται κατά τη μείωση;
- α. 4 β. 8 γ. 16 δ. 32
- III. Πόσοι διαφορετικοί συνδυασμοί των μη ομόλογων χρωμοσωμάτων είναι πιθανοί στους γαμέτες που μπορούν να προκύψουν από τον παραπάνω οργανισμό (χωρίς επιχιασμούς);
- α. 4 β. 8 γ. 16 δ. 32

IV. Με δεδομένο ότι γίνονται επιχιασμοί κατά την παραγωγή των γαμετών, ο αριθμός των διαφορετικών (ως προς τη γενετική σύσταση) γαμετών του παραπάνω οργανισμού είναι: α. 4 β. 8 γ. 16 δ. μεγαλύτερος του 16

58. Ποια από τις παρακάτω επιλογές συμπληρώνει αντίστοιχα τα δύο κενά της πρότασης: «Με μίτωση διαιρούνται _____ κύτταρα ενώ με μείωση _____ κύτταρα»;

α. μόνο διπλοειδή – μόνο απλοειδή

β. απλοειδή και διπλοειδή – μόνο απλοειδή

γ. απλοειδή και διπλοειδή – μόνο διπλοειδή

δ. απλοειδή και διπλοειδή – απλοειδή και διπλοειδή

(Π.Δ.Β. 2018)

59. Κατά τη διάρκεια ποιας/ποιων διαίρεσης/ων μειώνεται στο μισό:

I. Ο αριθμός των χρωμοσωμάτων σε κάθε θυγατρικό κύτταρο σε σχέση με το αρχικό κύτταρο (στάδιο G₁);

α. στη μείωση I

γ. στη μείωση I και στη μείωση II

β. στη μείωση II

δ. στη μίτωση

II. Η ποσότητα του DNA σε κάθε θυγατρικό κύτταρο σε σχέση με το αρχικό κύτταρο (στάδιο G₁);

α. στη μείωση I

γ. στη μείωση I και στη μείωση II

β. στη μείωση II

δ. στη μίτωση

60. Απλοειδή σειρά χρωμοσωμάτων αλληλά δύο αλληλομόρφα για κάθε γενετική θέση, σε ένα κύτταρο διπλοειδούς οργανισμού, παρατηρούμε κατά την:

α. πρόφαση I

β. μετάφαση I

γ. πρόφαση II

δ. τελόφαση II

61. Ποια σειρά από τις παρακάτω επιλογές περιγράφει τον βιολογικό κύκλο ενός ευκαρυωτικού οργανισμού (n ή $2n$):

α. $n \rightarrow$ μείωση $\rightarrow 2n \rightarrow$ γονιμοποίηση $\rightarrow n$

β. $2n \rightarrow$ μείωση $\rightarrow n \rightarrow$ γονιμοποίηση $\rightarrow 2n$

γ. $n \rightarrow$ μίτωση $\rightarrow 2n \rightarrow$ γονιμοποίηση $\rightarrow n$

δ. $2n \rightarrow$ μίτωση $\rightarrow n \rightarrow$ γονιμοποίηση $\rightarrow 2n$

62. Το Vinblastine είναι ένα φάρμακο που χρησιμοποιείται ευρέως στη χημειοθεραπευτική αντιμετώπιση του καρκίνου. Επειδή παρεμβαίνει στη συναρμοδότηση των μικροσωληνίσκων, η δράση του πρέπει να σχηματίζεται με:

α. διακοπή του σχηματισμού της μιτωτικής ατράκτου

β. αναστολή της σύνθεσης του DNA

γ. διακοπή της αυτολύσεως

δ. παρεμπόδιση της αποδιοργάνωσης του πυρηνικού φακέλου

63. Το φάρμακο κυτοχαλασίνη B εμποδίζει τη λειτουργία της ακτίνης. Ποιες από τις ακόλουθες διαδικασίες του κυτταρικού κύκλου πρέπει να επηρεάζονται περισσότερο από την κυτοχαλασίνη B;

- α. Ο σχηματισμός της ατράκτου
 β. Η πρόσδεση των μικροσωληνίσκων της ατράκτου στα κεντρομερίδια
 γ. Η επιμήκυνση του κυττάρου κατά την ανάφαση
 δ. Ο σχηματισμός του περιφερικού δακτυλίου
- 64.** Πόσες φορές παρατηρείται κυτταροπλασματική διαίρεση κατά τη διάρκεια:
- I. της μείωσης: α. 1 β. 2 γ. 3 δ. 4
 II. της μίτωσης: α. 1 β. 2 γ. 3 δ. 4
- 65.** Ο κυτταρικός κύκλος περιλαμβάνει:
- α. μεσόφαση, μίτωση και μείωση γ. μίτωση, μείωση και γονιμοποίηση
 β. μίτωση και μείωση δ. μεσόφαση και μίτωση
- 66.** Ο πυρήνας σε ένα κύτταρο φύλλου καλαμποκιάς περιέχει στο στάδιο G_2 40 μόρια DNA.
- I. Πόσα μόρια DNA θα περιέχει ένα κύτταρο του βλαστού της καλαμποκιάς στο στάδιο G_1 ;
 α. 5 β. 10 γ. 20 δ. 40
- II. Πόσα ζεύγη ομόλογων χρωμοσωμάτων θα έχει ένα άωρο γεννητικό κύτταρο που βρίσκεται στην πρόφαση I;
 α. 5 β. 10 γ. 15 δ. 20
- III. Πόσα χρωμοσώματα έχει ένα ωάριο του παραπάνω φυτού;
 α. 5 β. 10 γ. 15 δ. 20
- IV. Πόσα μόρια DNA θα περιέχει ένα κύτταρο καλαμποκιάς στην ανάφαση I;
 α. 5 β. 10 γ. 20 δ. 40
- 67.** Εάν στον πυρήνα ενός άωρου γεννητικού κυττάρου η ποσότητα του DNA είναι 30 pg (G_1), ποια θα είναι η ποσότητα του DNA σε καθένα από τα δύο θυγατρικά κύτταρα που προκύπτουν από τη μείωση I;
 α. 30 pg β. 60 pg γ. 15 pg δ. 120 pg
- 68.** Σε ποιο στάδιο του κυτταρικού κύκλου είναι ορατός ο πυρηνίσκος;
- α. στο τέλος της πρόφασης γ. στη μετάφαση
 β. στην ανάφαση δ. στο τέλος της τελόφασης
- 69.** Πόσες χρωματίδες έχει στην πρόφαση II της μείωσης κύτταρο που ανήκει σε οργανισμό με $2n = 24$;
 α. 48 β. 24 γ. 12 δ. 6
- 70.** Σε ποιο από τα παρακάτω στάδια της μείωσης δεν εντοπίζεται πυρηνικός φάκελος ή τμήματά του;
- α. στην πρόφαση I γ. στην πρόφαση II
 β. στην ανάφαση I δ. στην τελόφαση II

- 71.** Κυτταρική διαίρεση με διχοτόμηση και χωρίς τα χαρακτηριστικά της μίτωσης γίνεται:
- στα κύτταρα των φύλλων της λεύκας
 - στην αμοιβάδα
 - στα κύτταρα ενός χρυσόψαρου
 - στο βακτήριο *E. coli*
- 72.** Εάν ένα κύτταρο ποντικού (*Mus musculus*) έχει 40 χρωμοσώματα στο στάδιο G₁ της μεσόφασης, πόσες χρωματίδες βρίσκονται σε κάθε θυγατρικό του κύτταρο που προκύπτει από τη μείωση I;
- 10
 - 20
 - 40
 - 80
- 73.** Δεδομένου ότι οι γαμέτες του καγκουρό (*Macropus giganteus*) περιέχουν 6 χρωμοσώματα, ποιο από τα παρακάτω ισχύει:
- το καγκουρό έχει 6 χρωμοσώματα σε κάθε σωματικό του κύτταρο
 - κάθε γαμέτης του περιέχει 12 ινίδια χρωματίνης
 - κάθε σωματικό ή άωρο γεννητικό κύτταρο του καγκουρό περιέχει 12 ζεύγη ομόλογων χρωμοσωμάτων
 - κάθε κύτταρο του καγκουρό που βρίσκεται στο στάδιο G₂ περιέχει 24 χρωματίδες
- 74.** Στο σπανάκι (*Spinacia oleracea*), ο διπλοειδής αριθμός των χρωμοσωμάτων είναι 12 ($2n = 12$).
- Πόσοι είναι οι διαφορετικοί γαμέτες που προκύπτουν από τη μείωση λόγω του ανεξάρτητου συνδυασμού των μη ομόλογων χρωμοσωμάτων (χωρίς επιχιασμούς);
 - Πόσα μόρια DNA μπορεί να βρίσκονται μέσα σε ένα κύτταρο φύλλου σπανακιού;
- 32
 - 36
 - 64
 - 1.024
 - 6
 - 12
 - 24
 - 12 ή 24
- 75.** Στο άλογο (*Equus caballus*) ο απλοειδής αριθμός χρωμοσωμάτων είναι 32 ($n = 32$). Ποια είναι η σωστή σειρά στον διπλανό πίνακα;

	Στάδιο	Αριθμός χρωματίδων	Στάδιο	Αριθμός χρωματίδων
α.	G ₂ →	128	Πρόφαση I →	128
β.	G ₂ →	128	Μετάφαση μίτωσης →	64
γ.	Ανάφαση I →	64	Πρόφαση II →	32
δ.	Ανάφαση μίτωσης →	64	G ₁ →	64

- 76.** Μερικά ανθρώπινα κύτταρα διαιρούνται περίπου κάθε 24 ώρες. Εάν τα στάδια G₁ και S διαρκούν το μισό του όλη κυτταρικού κύκλου και η μίτωση 1 ώρα, ποια θα είναι η διάρκεια του σταδίου G₂;
- 6 ώρες
 - 9 ώρες
 - 11 ώρες
 - 23 ώρες
- 77.** Κατά τη διάρκεια της μείωσης, διπλοειδισμένα χρωμοσώματα βρίσκονται στα στάδια:
- Ανάφαση I και Πρόφαση II
 - Μετάφαση I και Ανάφαση II
 - Μετάφαση II και Τελόφαση II
 - Ανάφαση I και Ανάφαση II

78. Ο βάτραχος έχει 26 χρωμοσώματα ($2n = 26$) σε κάθε σωματικό του κύτταρο. Κάθε θυγατρικό κύτταρο που προκύπτει από τη μείωση I έχει:

- α. 26 διπλησιασμένα χρωμοσώματα γ. 26 μη διπλησιασμένα χρωμοσώματα
β. 13 διπλησιασμένα χρωμοσώματα δ. 13 μη διπλησιασμένα χρωμοσώματα

79. Ποια ή ποιες από τις διαδικασίες I, II, III και IV του διπλη-
νού σχήματος συμβάλλουν στην αύξηση της γενετικής
ποικιλομορφίας;

- α. n I και n IV γ. μόνο n III
β. μόνο n II δ. n II και n III

I. $2n \rightarrow 2n$

II. $2n \rightarrow n$
 $\quad \quad \rightarrow n$
 $\quad \quad \rightarrow n$

III. $n \rightarrow 2n$

IV. $n \rightarrow n$

80. Ένα κύτταρο που έχει 2 ζεύγη ομόλογων χρωμοσωμάτων στη φάση G₁ υφίσταται αρχικά μία μιτωτική διαίρεση η οποία ακολουθείται από μείωση. Στο τέλος της μείωσης II (σε όλα τα παραγόμενα κύτταρα από τις παραπάνω διαιρέσεις), ποια είναι αντίστοιχα η σωστή σειρά που δείχνει το συνολικό άθροισμα των χρωμοσωμάτων, των ινιδίων χρωματίνης, των κυττάρων και του αριθμού των διαφορετικών αλληλομόρφων;

	Αριθμός χρωμοσωμάτων	Αριθμός ινιδίων χρωματίνης	Αριθμός κυττάρων	Αριθμός διαφορετικών αλληλομόρφων
α.	8	16	8	4
β.	16	16	8	4
γ.	16	16	4	2
δ.	8	16	4	2

81. Ο αριθμός των χρωμοσωμάτων μιας ντοματιάς (*Solanum lycopersicum*) είναι $2n = 24$. Ένα κύτταρο του φυτού υφίσταται μείωση. Τρία από τα κύτταρα που προκύπτουν από τη μείωση εκφυλίζονται, ενώ το τελευταίο υφίσταται αμέσως τρεις διαδοχικές μιτωτικές διαιρέσεις χωρίς να μεσοδιαβεί κυτταροπλασματική διαίρεση. (Το γεγονός αυτό συμβαίνει μόνο σε φυτά.)

I. Πόσοι πυρήνες θα υπάρχουν τελικά μέσα στο κύτταρο μετά από τις τρεις πυρηνικές διαιρέσεις και πόσα χρωμοσώματα θα περιέχει ο καθένας απ' αυτούς τους πυρήνες;

- α. 4 πυρήνες με 12 χρωμοσώματα ο καθένας
β. 4 πυρήνες με 24 χρωμοσώματα ο καθένας
γ. 8 πυρήνες με 12 χρωμοσώματα ο καθένας
δ. 8 πυρήνες με 24 χρωμοσώματα ο καθένας

II. Από την έναρξη της μείωσης (πρόφαση I) αντιγραφή του DNA γίνεται:

- α. 1 φορά β. 3 φορές γ. 6 φορές δ. 7 φορές

82. Ένα θυγατρικό κύτταρο που προκύπτει από τη μείωση I στο φυτό της μπιζελιάς (*Pisum sativum*) έχει στον πυρήνα του 14 μόρια DNA. Ο αριθμός των μορίων DNA στον καρυότυπό του θα είναι:

- α. 7 β. 14 γ. 28 δ. 56

83. Τα ζεύγη των μεταφασικών χρωμοσωμάτων στον καρυότυπο του σκύλου (*Canis familiaris*) είναι 39. Ο αριθμός των χρωματίδων σε ένα κύτταρο που βρίσκεται στη μετάφαση I και σε ένα κύτταρο που βρίσκεται στη μετάφαση II είναι αντίστοιχα:

- α. 39 και 78 β. 78 και 156 γ. 78 και 39 δ. 156 και 78

84. Κατά τη διάρκεια του κυτταρικού κύκλου ενός κυττάρου ($2n = 4$) ισχύει:

	Στάδιο	Αριθμός χρωματίδων/ ινιδίων χρωματίνης	Στάδιο	Αριθμός χρωμοσωμάτων
α.	$G_2 \rightarrow$	8	$G_2 \rightarrow$	4
β.	$G_1 \rightarrow$	8	Τελόφαση $\rightarrow$	8
γ.	$G_2 \rightarrow$	4	Μετάφαση $\rightarrow$	4
δ.	$G_1 \rightarrow$	4	Τελόφαση $\rightarrow$	2

85. Από τη δεύτερη μειωτική διαίρεση προκύπτει:

- α. $2n \rightarrow n$ β. $n \rightarrow n$ γ. $2n \rightarrow 2n$ δ. $n \rightarrow 2n$

86. Τα κύτταρα του εντερικού επιθηλίου διαιρούνται συνεχώς, αντικαθιστώντας τα νεκρά κύτταρα που χάθηκαν από την επιφάνεια του εντερικού βλεννογόνου (επιθηλιακός ιστός που επενδύει εσωτερικά τον εντερικό σωλήνα). Από την παρατήρηση ενός πληθυσμού τέτοιων κυττάρων στο μικροσκόπιο διαπιστώνεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των κυττάρων:

- α. υφίσταται μείωση γ. βρίσκεται στη μεσόφαση
β. υφίσταται μίτωση δ. περιέχει συμπυκνωμένα χρωμοσώματα

87. Από ένα τρυβλίο petri στο οποίο βρίσκεται μια καλλιέργεια κυττάρων ελήφθη ένα τυχαίο δείγμα και τοποθετήθηκε σε μια αντικειμενοφόρο πλάκα. Ο μέσος χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωση ενός κυτταρικού κύκλου στην καλλιέργεια είναι 24 ώρες. Θεωρώντας ότι το δείγμα μας αποτελείται από 100 κύτταρα, από τα οποία διαπιστώνεται ότι 10 βρίσκονται στην πρόφαση, 3 στη μετάφαση, 6 στην ανάφαση, 8 στην τελόφαση και 73 στη μεσόφαση, πόσες ώρες, κατά μέσο όρο, δαπανά ένα κύτταρο της καλλιέργειας στη μεσόφαση;

- α. 73 ώρες β. 24 ώρες γ. 17,5 ώρες δ. 6,5 ώρες

88. Ποιες δύο διαδικασίες γίνονται οπωσδήποτε κατά την αμφιγονική αναπαραγωγή;
- α. η μείωση και η γονιμοποίηση
 - β. η διαφοροποίηση και η εξειδίκευση
 - γ. η γονιδιακή μετάλλαξη και η χρωμοσωμική ανωμαλία
 - δ. η μίτωση και η γονιμοποίηση
89. Η μονογονική αναπαραγωγή παράγει γενετικά πανομοιότυπα άτομα διότι:
- α. δεν απαιτείται ο διπλοσυστισμός των χρωμοσωμάτων
 - β. γίνεται διπλοσυστισμός των χρωμοσωμάτων αλλά όχι κυτταροπλάσματική διαίρεση
 - γ. δεν συμβαίνει ούτε μείωση ούτε γονιμοποίηση
 - δ. στη μίτωση, η κυτταροπλάσματική διαίρεση ολοκληρώνεται πριν από την πυρηνική διαίρεση
90. Ποιο από τα παρακάτω δεν συμβαίνει κατά τη διάρκεια της μείωσης;
- α. δύο στάδια S της μεσόφασης
 - β. μείωση του αριθμού των χρωμοσωμάτων από 2n σε n
 - γ. αποχωρισμός των αδελφών χρωματίδων
 - δ. ζευγάρωμα των ομόλογων χρωμοσωμάτων κατά την πρόφαση I
91. Ποιο από τα παρακάτω γεγονότα που αφορά το γενετικό υλικό του πυρήνα συμβαίνει νωρίτερα κατά τη μείωση;
- α. τα χρωμοσώματα μετακινούνται προς το ισημερινό επίπεδο του κυττάρου με τη βοήθεια των ινιδίων της ατράκτου
 - β. οι αδελφές χρωματίδες διαχωρίζονται και κατευθύνονται προς τους αντίθετους πόλους του κυττάρου
 - γ. γίνονται επιχιασμοί
 - δ. τα ομόλογα χρωμοσώματα ζευγαρώνουν (σύναψη)
92. Ένα διπλοειδές κύτταρο περιέχει 6 χρωμοσώματα. Μετά τη μείωση I καθένα από τα δύο θυγατρικά κύτταρα περιέχει:
- α. 3 μητρικής και 3 πατρικής προέλευσης χρωμοσώματα κάθε φορά
 - β. έναν συνδυασμό μητρικής και πατρικής προέλευσης χρωμοσωμάτων που είναι συνολικά 3
 - γ. έναν συνδυασμό μητρικής και πατρικής προέλευσης χρωμοσωμάτων που είναι συνολικά 6
 - δ. 6 μητρικής και 6 πατρικής προέλευσης χρωμοσώματα κάθε φορά
93. Ο αριθμός των χρωμοσωμάτων μειώνεται κατά τη διάρκεια της μείωσης διότι συμβαίνουν:
- α. δύο κυτταρικές διαιρέσεις χωρίς να προηγείται διπλοσυστισμός των χρωμοσωμάτων
 - β. μία κυτταρική διαίρεση χωρίς να προηγείται διπλοσυστισμός των χρωμοσωμάτων

- γ. δύο κυτταρικές διαιρέσεις και προηγείται ένας μόνο κύκλος διπλοσυστάσεως των χρωμοσωμάτων
- δ. δύο κυτταρικές διαιρέσεις κατά τις οποίες τα μισά χρωμοσώματα καταστρέφονται
- 94.** Ποιο από τα παρακάτω συμβαίνει στη μείωση I αλλήλα όχι στη μείωση II;
- α. παράγονται διπλοειδή θυγατρικά κύτταρα
 - β. μη διπλοσυστασμένα χρωμοσώματα διατάσσονται στο ισημερινό επίπεδο του κυττάρου
 - γ. σχηματίζεται η άτρακτος
 - δ. συμβαίνει σύναψη των ομόλογων χρωμοσωμάτων
- 95.** Το κεντρομερίδιο διαιρείται κατά τη διάρκεια:
- α. της ανάφασης I και της ανάφασης II της μείωσης
 - β. της ανάφασης της μίτωσης και της ανάφασης I της μείωσης
 - γ. της ανάφασης της μίτωσης και της ανάφασης II της μείωσης
 - δ. της κυτταροπλησματικής διαίρεσης της μίτωσης και της μείωσης II
- 96.** Ποιο από τα παρακάτω συμβαίνει κατά τη διάρκεια της μείωσης II και όχι της μείωσης I;
- α. ανεξάρτητος συνδυασμός των χρωμοσωμάτων
 - β. διαίρεση του κεντρομεριδίου
 - γ. μείωση του διπλοειδούς αριθμού των χρωμοσωμάτων σε απλοειδή
 - δ. επιχiasμός
- 97.** Ποιο από τα παρακάτω τέσσερα γεγονότα της μίτωσης (α, β, γ, δ) συμβαίνει μετά την πραγματοποίηση των άλλων τριών γεγονότων;
- α. η επαναφορά των χρωμοσωμάτων στη μορφή του δικτύου χρωματίνης
 - β. ο διαχωρισμός των χρωματίδων με τη βοήθεια των ινιδίων της ατράκτου
 - γ. η αποδιοργάνωση του πυρηνικού φακέλου
 - δ. η εμφάνιση των ινιδίων της ατράκτου
- 98.** Οι παρακάτω φράσεις περιγράφουν μερικά γεγονότα που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της μίτωσης:
1. σύνδεση των διπλοσυστασμένων χρωμοσωμάτων με τα νημάτια της ατράκτου
 2. σχηματισμός μη διπλοσυστασμένων χρωμοσωμάτων τα οποία μετακινούνται προς τους δύο αντίθετους πόλους του κυττάρου
 3. διάλυση του πυρηνικού φακέλου
 4. δημιουργία πυρηνικού φακέλου ο οποίος εσωκλείει την κάθε πλήρη σειρά χρωμοσωμάτων
 5. δημιουργία της ατράκτου

Ποια από τις ακόλουθες επιλογές αναπαριστά τη σωστή σειρά των παραπάνω γεγονότων;

α. $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 5$

γ. $1 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 2 \rightarrow 3$

β. $2 \rightarrow 4 \rightarrow 1 \rightarrow 3 \rightarrow 5$

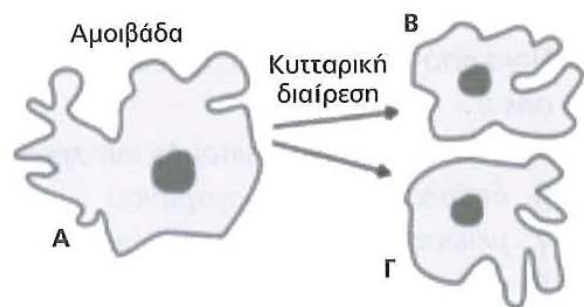
δ. $3 \rightarrow 5 \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 4$

99. Σε ποια από τις παρακάτω σειρές ταιριάζει σωστά το στάδιο της μείωσης με τα γεγονότα που συμβαίνουν σ' αυτήν;

α.	Πρόφαση Ι $\rightarrow$	Παρατηρείται ανασυνδυασμός γονιδίων μεταξύ των αδελφών χρωματίδων.
β.	Μετάφαση Ι $\rightarrow$	Κάθε χρωμόσωμα συνδέεται με ινίδιο/α που προέρχεται/ονται μόνο από τον έναν πόλο.
γ.	Ανάφαση Ι $\rightarrow$	Οι αδελφές χρωματίδες των χρωμοσωμάτων που απομακρύνονται είναι πάντα μεταξύ τους πανομοιότυπες.
δ.	Τελόφαση Ι $\rightarrow$	Παράγονται δύο διπλοειδείς πυρήνες.

100. Στο διπλανό σχήμα απεικονίζεται η κυτταρική διαίρεση στην αμοιβάδα. Ποιο από τα παρακάτω ισχύει;

α. Τα τρία κύτταρα Α, Β και Γ είναι γενετικά ταυτόσημα, με δεδομένο ότι δεν έχει συμβεί μετάλλαξη.

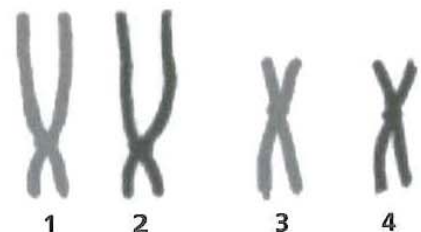


β. Αμέσως μετά την ολοκλήρωση της κυτταρικής διαίρεσης, τα κύτταρα Β και Γ μπαίνουν στο στάδιο G_2 της μεσόφασης.

γ. Τα κύτταρα Β και Γ είναι ταυτόσημα γενετικά και φέρουν τις μισές γενετικές πληροφορίες απ' αυτές που φέρει το κύτταρο Α.

δ. Τα τρία κύτταρα Α, Β και Γ φέρουν το καθένα διαφορετικά αλληλόμορφα για τις περισσότερες γενετικές θέσεις.

101. Το διπλανό σχήμα δείχνει τον καρυότυπο ενός οργανισμού με $2n = 4$ χρωμοσώματα. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές;



I. Εάν το χρωμόσωμα 1 είναι μητρικής προέλευσης, τότε το χρωμόσωμα 2 είναι πατρικής προέλευσης.

II. Τα χρωμοσώματα 1 και 2 προέρχονται από τη μητέρα, ενώ τα χρωμοσώματα 3 και 4 προέρχονται από τον πατέρα.

III. Κατά τη μείωση Ι, φυσιολογικά τα χρωμοσώματα 1 και 2 κατευθύνονται προς τον έναν πόλο του κυττάρου και τα χρωμοσώματα 3 και 4 προς τον άλλο.

IV. Κατά τη μείωση I, φυσιολογικά, αν τα χρωμοσώματα 1 και 3 κατευθυνθούν προς τον έναν πόλο του κυττάρου, τότε τα 2 και 4 θα πάνε προς τον άλλο πόλο του κυττάρου:

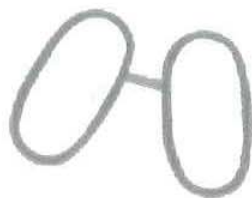
- α. I και II β. I και IV γ. II και III δ. II και IV

102. Οι διαδικασίες που απεικονίζονται στο παρακάτω σχήμα έχουν όλες ως αποτέλεσμα:

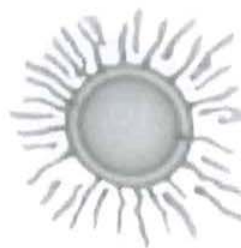
- α. την ανταλλαγή γενετικού υλικού
β. την αύξηση του αριθμού των γονιδίων
γ. την αύξηση της γενετικής ποικιλομορφίας
δ. την αύξηση του αριθμού των χρωμοσωμάτων



Επιχiasμός



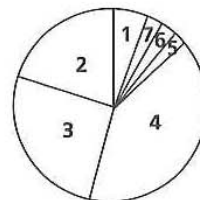
Μεταφορά
πλάσμιδίου
(Βακτηριακή
σύζευξη)



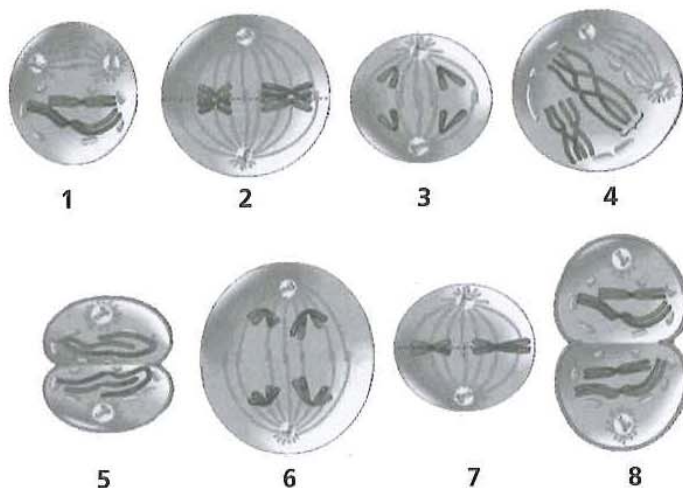
Γονιμοποίηση

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΣΗΣ

1. Το διπλανό σχήμα απεικονίζει τον κυτταρικό κύκλο ενός επιθηλιακού κυττάρου του δέρματος. Να αντιστοιχίσετε καθένα από τους αριθμούς (1 έως 7) του σχήματος με ένα μόνο από τα ακόλουθα στάδια των δύο φάσεων του κυτταρικού κύκλου: G_1 , S , G_2 , Π (πρόφαση), Μ (μετάφαση), Α (ανάφαση) και Τ (τελόφαση)



2. Το παρακάτω σχήμα απεικονίζει με τυχαία σειρά τα διάφορα στάδια της μείωσης I και της μείωσης II σε ένα άωρο γεννητικό κύτταρο.



Να αντιστοιχίσετε καθένα από τους αριθμούς (1 έως 8) του παραπάνω σχήματος με ένα μόνο από τα παρακάτω γράμματα (Α έως Η) που αφορούν τα στάδια των δύο διαδοχικών διαιρέσεων της μείωσης:

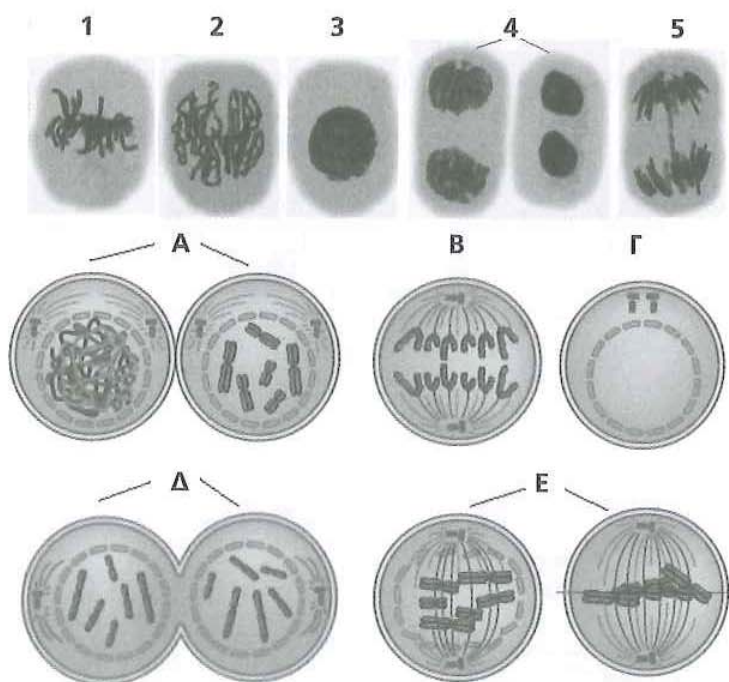
Α: πρόφαση I Γ: ανάφαση I Ε: πρόφαση II Ζ: ανάφαση II
Β: μετάφαση I Δ: τελόφαση I ΣΤ: μετάφαση II Η: τελόφαση II

3. Να αντιστοιχίσετε κάθε αριθμό (1 έως 7) της στήλης I με ένα μόνο γράμμα (Α, Β) της στήλης II.

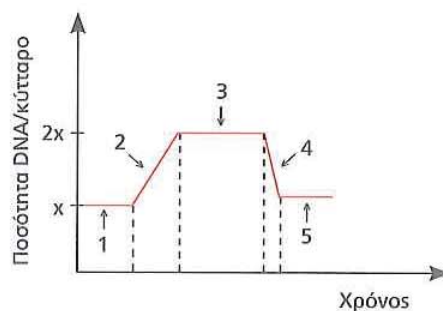
Στήλη I	Στήλη II
1. Ζυγωτό	Α. Απλοειδές κύτταρο Β. Διπλοειδές κύτταρο
2. Καρκινικό κύτταρο	
3. Γαμέτης	
4. Επιθηλιακό κύτταρο	
5. Κύτταρο στην πρόφαση II	
6. Άωρο γεννητικό κύτταρο	
7. Βακτήριο	

4. Στη διπλανή εικόνα, οι αριθμοί 1 έως 5 καθώς και τα γράμματα Α έως Ε δηλώνουν με τυχαία σειρά στάδια του κυτταρικού κύκλου: μεσόφαση (G_2), πρόφαση, μετάφαση, ανάφαση, τελόφαση. (Σε ορισμένα στάδια δηλώνεται με τον ίδιο αριθμό ή γράμμα η αρχή και το τέλος του ίδιου σταδίου.)

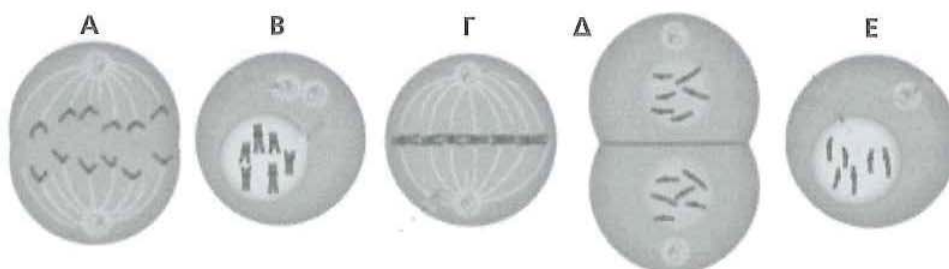
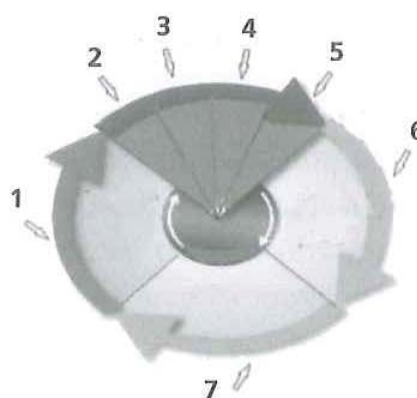
Να αντιστοιχίσετε καθένα από τους αριθμούς 1 έως 5 με ένα μόνο από τα γράμματα Α έως Ε.



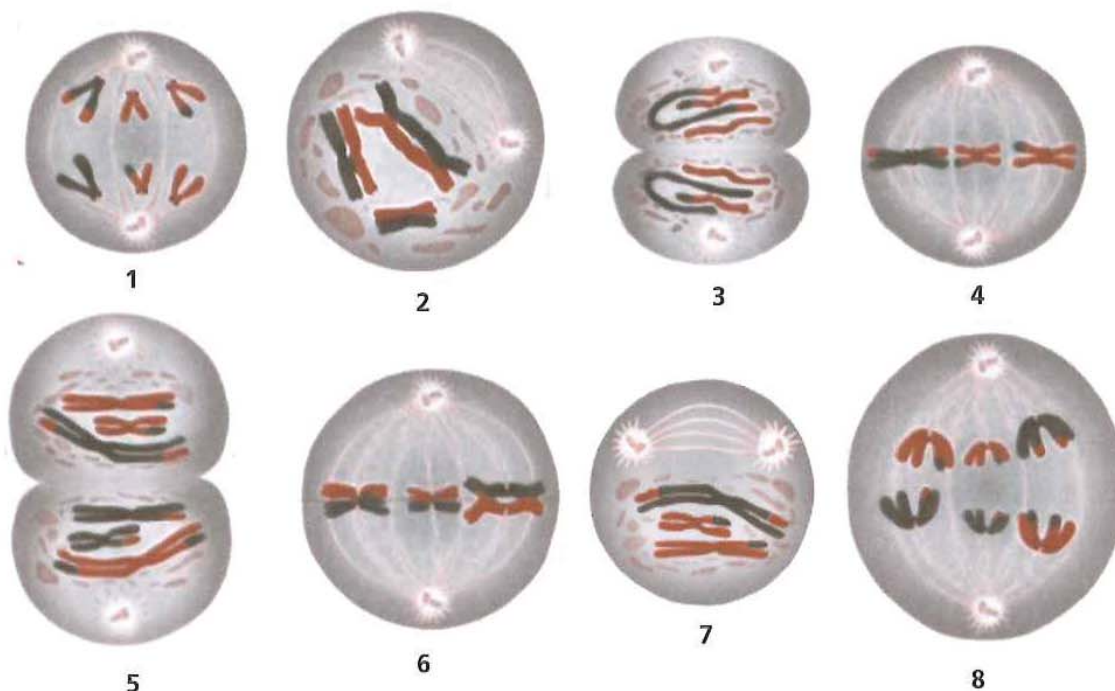
5. Το διπλανό διάγραμμα απεικονίζει τη μεταβολή στην ποσότητα του DNA του πυρήνα ανά κύτταρο σε ένα ευκαρυωτικό κύτταρο κατά τη διάρκεια του κυτταρικού κύκλου. Οι αριθμοί 1 έως 5 αναφέρονται στα διάφορα στάδια του κυτταρικού κύκλου. Να αντιστοιχίσετε κάθε αριθμό με ένα ή περισσότερα γράμματα που αφορούν τα στάδια Μετάφαση (Μ), Πρόφαση (Π), Ανάφαση (Α), Τελόφαση (Τ), G_1 , S , G_2 του κυτταρικού κύκλου.



6. Οι αριθμοί στο διπλανό σχήμα δηλώνουν τα στάδια του κυτταρικού κύκλου. Να αντιστοιχίσετε τους αριθμούς (1 έως 7) του διπλανού σχήματος με τα γράμματα Α, Β, Γ, Δ και Ε που δείχνουν με τυχαία σειρά διάφορα στάδια του κυτταρικού κύκλου. (Δύο από τους αριθμούς του παραπάνω σχήματος δεν αντιστοιχούν.)



7. Το παρακάτω σχήμα απεικονίζει με τυχαία σειρά τα διάφορα στάδια της μείωσης I και της μείωσης II που πραγματοποιείται σε ένα άωρο γεννητικό κύτταρο.

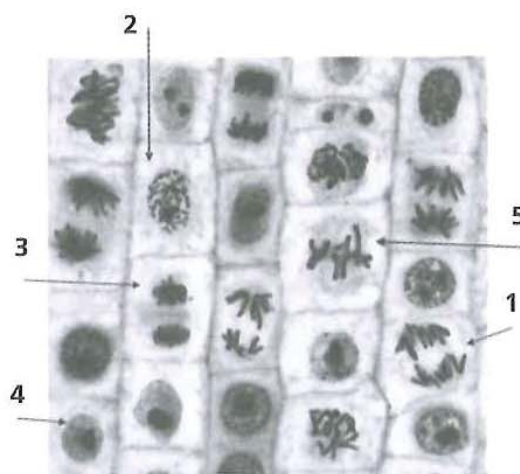


Να αντιστοιχίσετε καθένα από τους αριθμούς 1 έως 8 του παραπάνω σχήματος με ένα μόνο γράμμα που αφορά τα ακόλουθα στάδια των δύο διαδοχικών κυτταρικών διαιρέσεων της μείωσης:

- | | |
|----------------|----------------|
| A: πρόφαση I | E: ανάφαση I |
| B: πρόφαση II | ΣΤ: ανάφαση II |
| Γ: μετάφαση I | Z: τελόφαση I |
| Δ: μετάφαση II | H: τελόφαση II |

8. Στη διπλανή εικόνα απεικονίζονται κύτταρα από τομή ακρόρριζας κρεμμυδιού σε διάφορα στάδια των δύο φάσεων του κυτταρικού κύκλου (μεσόφαση και μίτωση). Να αντιστοιχίσετε καθένα από τους αριθμούς 1 έως 5 του διπλανού σχήματος με ένα μόνο από τα ακόλουθα στάδια (ή φάσεις) του κυτταρικού κύκλου.

- A: Μεσόφαση
B: Πρόφαση
Γ: Μετάφαση
Δ: Ανάφαση
E: Τελόφαση



9. Να αντιστοιχίσετε κάθε αριθμό (1 έως 8) της στήλης I με ένα μόνο γράμμα (Α έως Θ) της στήλης II.

Στήλη I	Στήλη II
1. Απ' αυτόν προκύπτουν τα κυτταρικά τοιχώματα των δύο θυγατρικών φυτικών κυττάρων κατά τη μίτωση.	Α. Κεντροσωμάτιο
2. Στην περιοχή αυτή των χρωμοσωμάτων προσδένονται οι μικροσωληνίσκοι της ατράκτου.	Β. Χίασμα
3. Οργανώνει την άτρακτο στα ζωικά κύτταρα.	Γ. Περιφερικός δακτύλιος
4. Γίνεται μεταξύ μη αδελφών χρωματίδων των ομόλογων χρωμοσωμάτων.	Δ. Φραγμοπλάστης
5. Εσωκλείει το γενετικό υλικό.	Ε. Ινίδιο ατράκτου
6. Σχηματίζεται από ινίδια ακτίνης.	ΣΤ. Κεντρομερίδιο
7. Αποτελεί δομή στο εσωτερικό του πυρήνα.	Η. Πυρηνικός φάκελος
8. Μπορεί να συστέλλεται ή να επιμηκύνεται.	Θ. Πυρηνίσκος

10. Η ποσότητα του DNA σε ένα κύτταρο μπορεί να προσδιοριστεί με τη βοήθεια μιας φθορίζουσας χρωστικής, η οποία δεσμεύεται στο DNA και εκπέμπει ακτινοβολία φθορισμού ανάλογη με την ποσότητα του DNA.

Το παρακάτω ιστόγραμμα απεικονίζει τη σχετική ποσότητα του φθορισμού σε ένα άωρο γεννητικό κατά τη διάρκεια των διαφόρων σταδίων (I, II, III, IV και V) της κυτταρικής του διαίρεσης (μείωσης).

Να αντιστοιχίσετε τα ποσά φθορισμού (I έως V) του ιστογράμματος με τους αριθμούς 1 έως 5 που αφορούν στάδια της μείωσης.

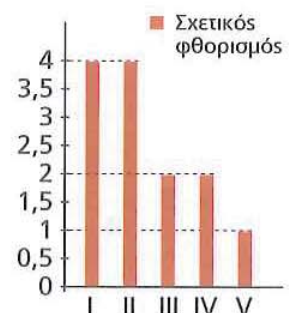
1: Ανάφαση I

2: Ανάφαση II

3: Κυτταροπλησματική διαίρεση που γίνεται μετά την τελόφαση II

4: Πρόφαση I

5: Πρόφαση II



11. Να αντιστοιχίσετε τον κάθε αριθμό (1 έως 8) της στήλης I με ένα μόνο γράμμα (Α, Β, Γ, Δ) της στήλης II.

Στήλη I	Στήλη II
1. Πραγματοποιείται αποχωρισμός ομόλογων χρωμοσωμάτων.	Α. Μίτωση
2. Γίνεται σε κύτταρα απλοειδών ή διπλοειδών οργανισμών.	Β. Μείωση I
3. Γίνεται αυτοδιπλασιασμός του DNA.	Γ. Μείωση II
4. Προκύπτουν τέσσερα θυγατρικά κύτταρα.	Δ. Μεσόφαση
5. Προκύπτουν δύο γενετικά πανομοιότυπα κύτταρα.	
6. Τα κύτταρα στα οποία γίνεται είναι πάντα απλοειδή.	
7. Γίνεται επιχiasμός.	
8. Χαρακτηρίζεται από έντονη μεταβολική δραστηριότητα.	

- 12.** Να αντιστοιχίσετε τον κάθε αριθμό (1 έως 8) των γεγονότων της μίτωσης της στήλης I με ένα μόνο γράμμα (Α, Β, Γ, Δ) των σταδίων της στήλης II.

Στήλη I	Στήλη II
1. Αποχωρίζονται οι αδελφές χρωματίδες και πηγαίνουν προς τους δύο αντίθετους πόλους.	Α. Πρόφαση Β. Μετάφαση Γ. Ανάφαση Δ. Τελόφαση
2. Τα χρωμοσώματα διατάσσονται με τυχαίο τρόπο στο ισημερινό επίπεδο.	
3. Τα κεντροσώματα απομακρύνονται μεταξύ τους και κινούνται προς τους δύο αντίθετους πόλους.	
4. Η άτρακτος οργανώνεται πλήρως.	
5. Τα χρωμοσώματα αποσυσπειρώνονται και παίρνουν τη μορφή ινιδίων χρωματίνης.	
6. Η άτρακτος και το κύτταρο εμφανίζουν τη μεγαλύτερη επιμήκυνση.	
7. Επανεμφανίζονται ο πυρηνικός φάκελος και ο πυρηνίσκος.	
8. Αποτελεί το μεγαλύτερο σε διάρκεια στάδιο.	

- 13.** Να αντιστοιχίσετε κάθε αριθμό (1 έως 8) της στήλης I με ένα μόνο γράμμα (Α έως Ε) της στήλης II.

Στήλη I	Στήλη II
1. Τα χρωμοσώματα βραχύνονται και συσπειρώνονται, ενώ ο πυρηνίσκος εξαφανίζεται.	Α. Μεσόφαση
2. Ολοκληρώνεται ο σχηματισμός του περιφερικού δακτυλίου.	Β. Πρόφαση
3. Διπλοσιιάζεται το κεντροσώματιο.	Γ. Μετάφαση
4. Αρχίζει να οργανώνεται η άτρακτος.	Δ. Ανάφαση
5. «Διαιρείται» το κεντρομερίδιο κάθε χρωμοσώματος.	Ε. Τελόφαση
6. Αρχίζει να σχηματίζεται ο φραγμοπλάστης.	
7. Παρατηρείται έντονη μεταγραφή του DNA.	
8. Εξυπηρετεί τη δημιουργία καρύοτυπου.	

14. Να αντιστοιχίσετε κάθε αριθμό (1 έως 7) της στήλης I με ένα ή δύο γράμματα (Α, Β, Γ, Δ) της στήλης II.

Στήλη I	Στήλη II
1. Τα ομόλογα χρωμοσώματα συνάπτονται.	Α. Μίτωση
2. Τα κεντρομερίδια διαιρούνται και αποχωρίζονται οι αδελφές χρωματίδες.	Β. Μείωση I
3. Συμβαίνουν μηχανισμοί με τους οποίους αναδιανέμονται και ανασυνδυάζονται τα γονίδια.	Γ. Μείωση II
4. Πριν από την έναρξη προηγείται αυτοδιπλοσιασμός του DNA.	Δ. Μίτωση και μείωση II
5. Στο ισημερινό επίπεδο, τα χρωμοσώματα διατάσσονται τυχαία το ένα δίπλα στο άλλο και δημιουργείται μια σειρά χρωμοσωμάτων.	
6. Προκύπτουν δύο θυγατρικά διπλοειδή κύτταρα.	
7. Για οργανισμό $2n$, προκύπτουν απλοειδή θυγατρικά κύτταρα.	

15. Να αντιστοιχίσετε τον αριθμό καθενός από τα γεγονότα της στήλης I με ένα μόνο γράμμα των σταδίων της μείωσης της στήλης II.

Στήλη I	Στήλη II
1. Τα θυγατρικά κύτταρα φέρουν τον μισό αριθμό μορίων DNA από εκείνον που έχει το αντίστοιχο αρχικό κύτταρο στο στάδιο της πρόφασης.	Α. Μείωση I
2. Τα χρωμοσώματα διατάσσονται στο ισημερινό επίπεδο κατά ζεύγη.	Β. Μείωση II
3. Γίνεται αποχωρισμός αδελφών χρωματίδων.	Γ. Μείωση I και Μείωση II
4. Πραγματοποιείται σύναψη των ομόλογων χρωμοσωμάτων.	
5. Σχηματίζεται άτρακτος.	
6. Τα χρωμοσώματα διατάσσονται σε μια σειρά τυχαία το ένα δίπλα στο άλλο.	

16. Να αντιστοιχίσετε τους αριθμούς (1 έως 8) της στήλης I, που αφορούν τα στάδια της μείωσης, με τα γράμματα (Α έως Ε) της στήλης II, που αφορούν την ποσότητα c του DNA (σε αυθαίρετες μονάδες) ή τον αριθμό ζευγών χρωμοσωμάτων n . (Κάθε αριθμός αντιστοιχεί σε δύο γράμματα, ένα για την ποσότητα του DNA και ένα για τον αριθμό των χρωμοσωμάτων.)

Στήλη Ι	Στήλη ΙΙ
1. Πρόφαση Ι	
2. Πρόφαση ΙΙ	A. c
3. Ανάφαση Ι	B. 2c
4. Ανάφαση ΙΙ	Γ. 4c
5. Μετάφαση Ι	Δ. n
6. Μετάφαση ΙΙ	E. 2n
7. Θυγατρικό κύτταρο από τη μείωση Ι	
8. Θυγατρικό κύτταρο από τη μείωση ΙΙ	

17. Να αντιστοιχίσετε κάθε αριθμό (1 έως 8) της στήλης Ι, που αφορά γεγονότα των δύο κυτταρικών διαιρέσεων, με ένα μόνο γράμμα (A, B) της στήλης ΙΙ.

Στήλη Ι	Στήλη ΙΙ
1. Οδηγεί στη δημιουργία διπλοειδών κυττάρων.	
2. Συμβάλλει στη διατήρηση της γενετικής σταθερότητας από κύτταρο σε κύτταρο και από γενιά σε γενιά.	
3. Πραγματοποιούνται κατά τη διάρκειά της τρεις κυτταροπληασματικές διαιρέσεις.	A. Μίτωση
4. Εξυπηρετεί την ανάπτυξη όλων των πολυκύτταρων οργανισμών.	B. Μείωση
5. Παράγει γαμέτες.	
6. Συμβάλλει στην αύξηση της γενετικής ποικιλότητας.	
7. Συμβάλλει στην αντικατάσταση των γηρασμένων ή κατεστραμμένων κυττάρων.	
8. Οδηγεί στη δημιουργία μόνο απλοειδών κυττάρων.	

18. Να αντιστοιχίσετε κάθε αριθμό (1 έως 7) της στήλης Ι, που αντιστοιχεί με κάποιο γεγονός του κυτταρικού κύκλου, με ένα μόνο γράμμα των σταδίων/φάσεων της στήλης ΙΙ.

Στήλη Ι	Στήλη ΙΙ
1. Δεν γίνεται μεταγραφή και μετάφραση.	
2. Γίνεται διπλοπλοειδισμός του DNA.	A. G ₁
3. Διαιρούνται τα μιτοχόνδρια και οι χλωροπλάστες.	
4. Είναι το μεγαλύτερο σε διάρκεια στάδιο της μεσόφασης.	B. S
5. Τα χρωμοσώματα είναι ορατά στο οπτικό μικροσκόπιο ως μεμονωμένες δομές.	Γ. G ₂
6. Το μικρότερο σε διάρκεια στάδιο της μεσόφασης (σε ορισμένους κυτταρικούς τύπους).	Δ. Μίτωση
7. Εντείνεται η κυτταρική αναπνοή.	