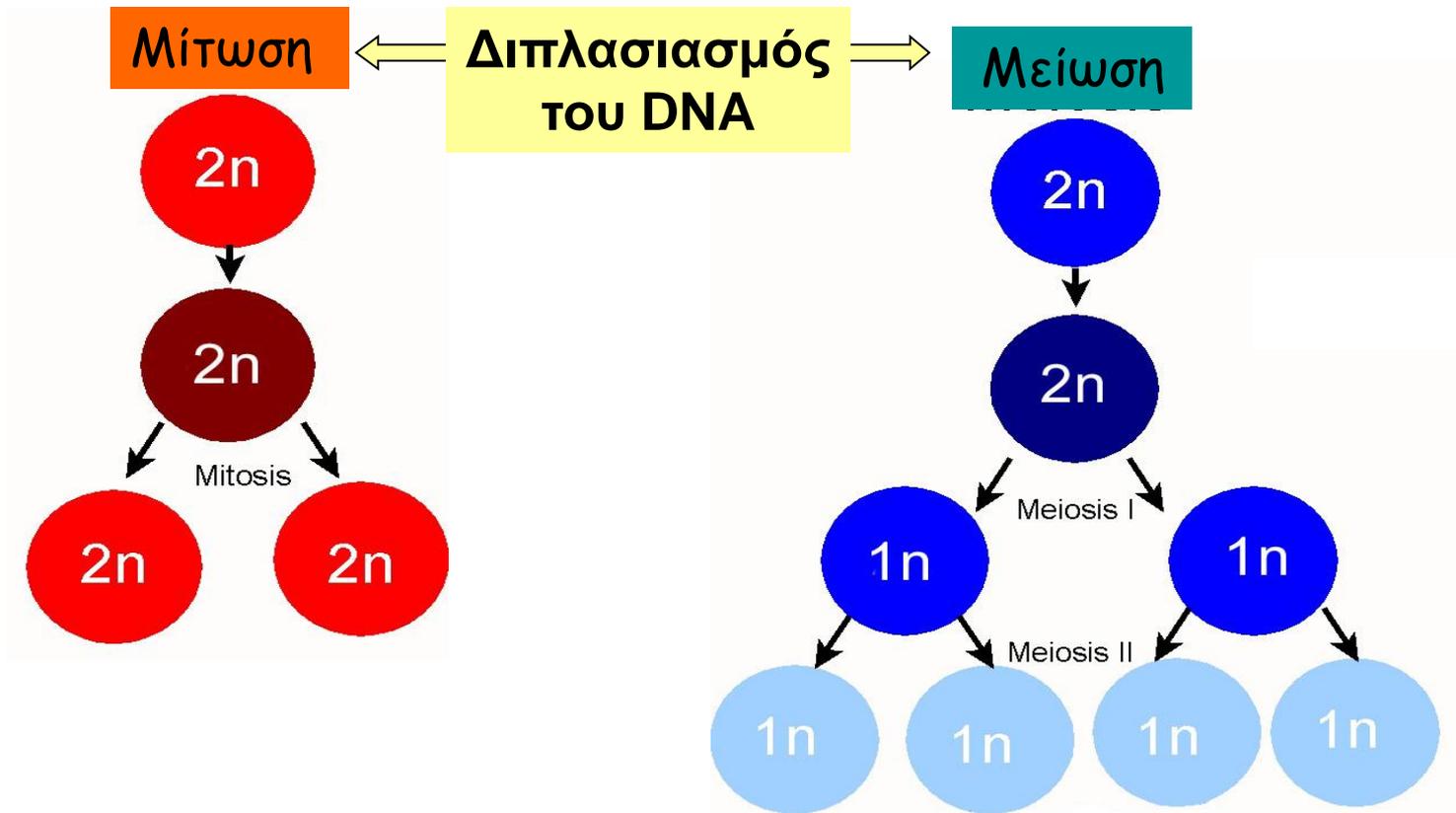


Κυτταρική διαίρεση

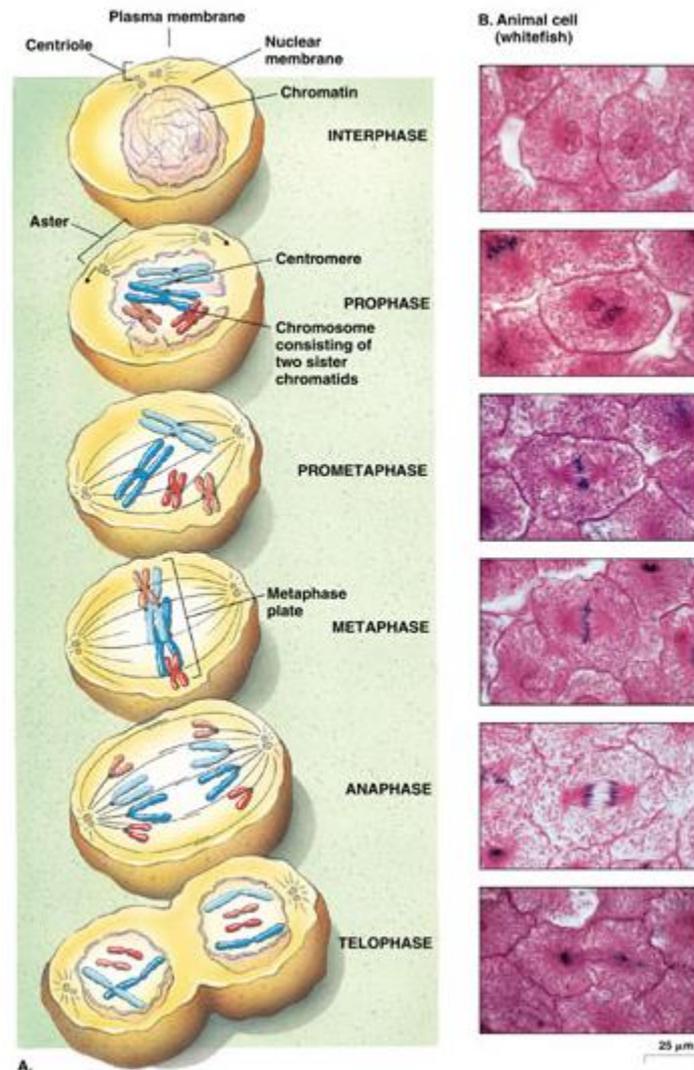
Μίτωση - Μείωση



Το αποτέλεσμα της Μείωσης είναι η δημιουργία απλοειδικών γαμετών

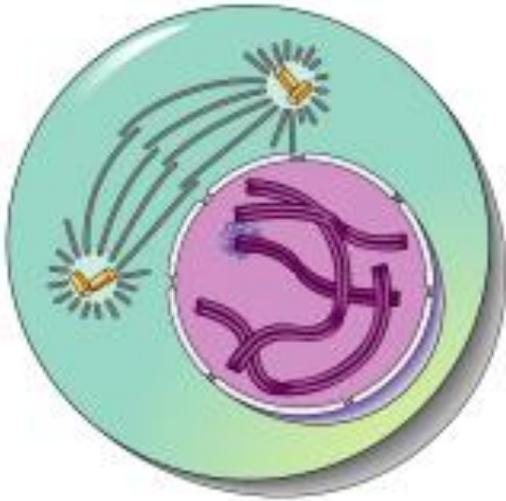
ΜΙΤΩΣΗ

- Πρόφαση
- Προμετάφαση
- Μετάφαση
- Ανάφαση
- Τελόφαση



- Μιτωτικός Δείκτης

Πρόφαση



- Χρωμοσώματα διπλασιασμένα
- Χρωμοσώματα ορατά
- Σχηματίζεται η Μιτωτική Άτρακτος



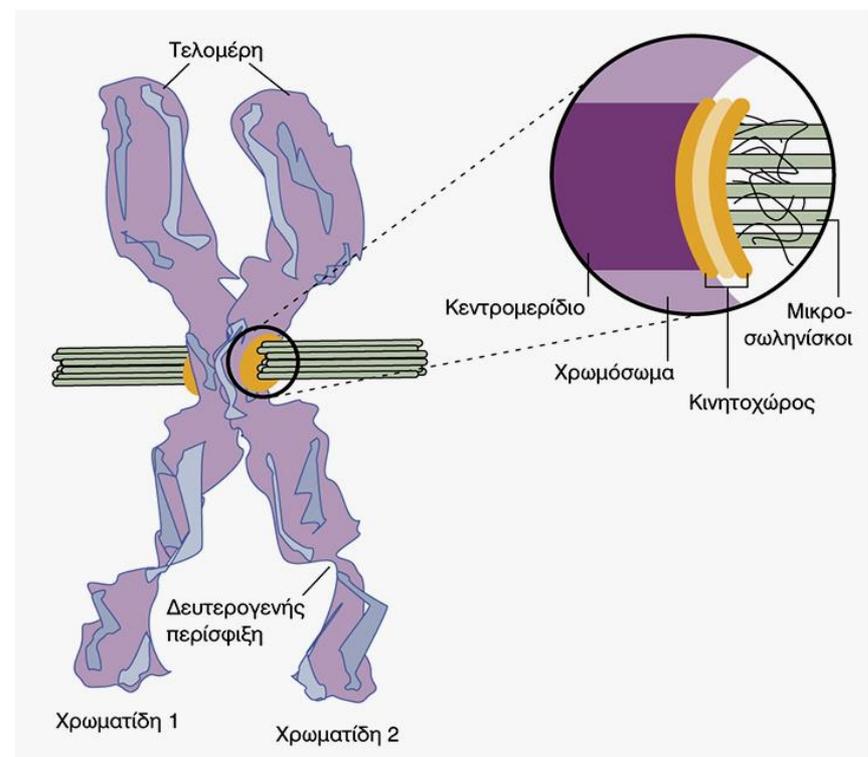
Δομές και Οργανίδια

(στην πρόφαση)

- **Εξαφάνιση πυρηνίσκου**
- **Διακοπή μεταγραφής και πρωτεϊνοσύνθεσης**
- **Μειωμένη κυκλοφορία κυστιδίων**
- **Σταματά Ενδοκυττάρωση και Εξωκυττάρωση**
- **ΕΔ και Golgi διασπώνται σε κυστίδια**

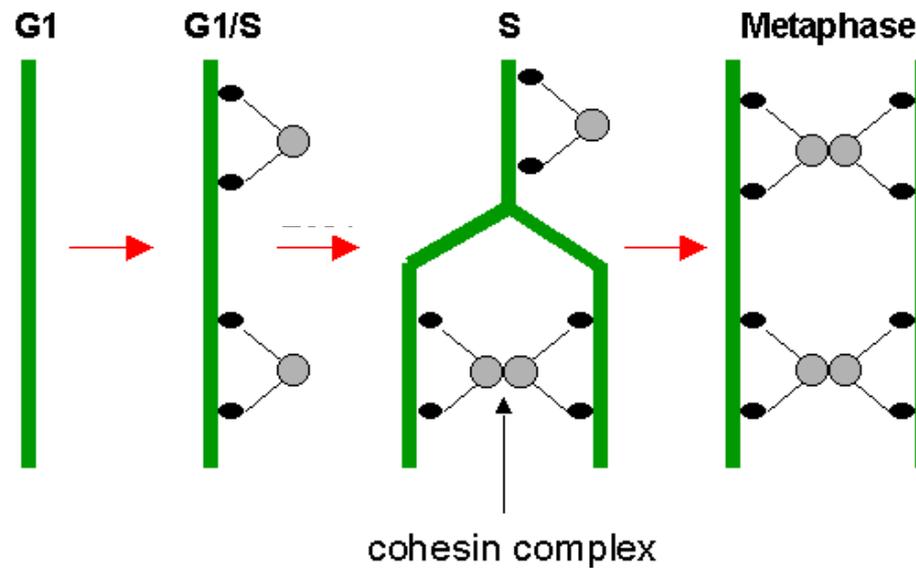
Προφασικά Χρωμοσώματα

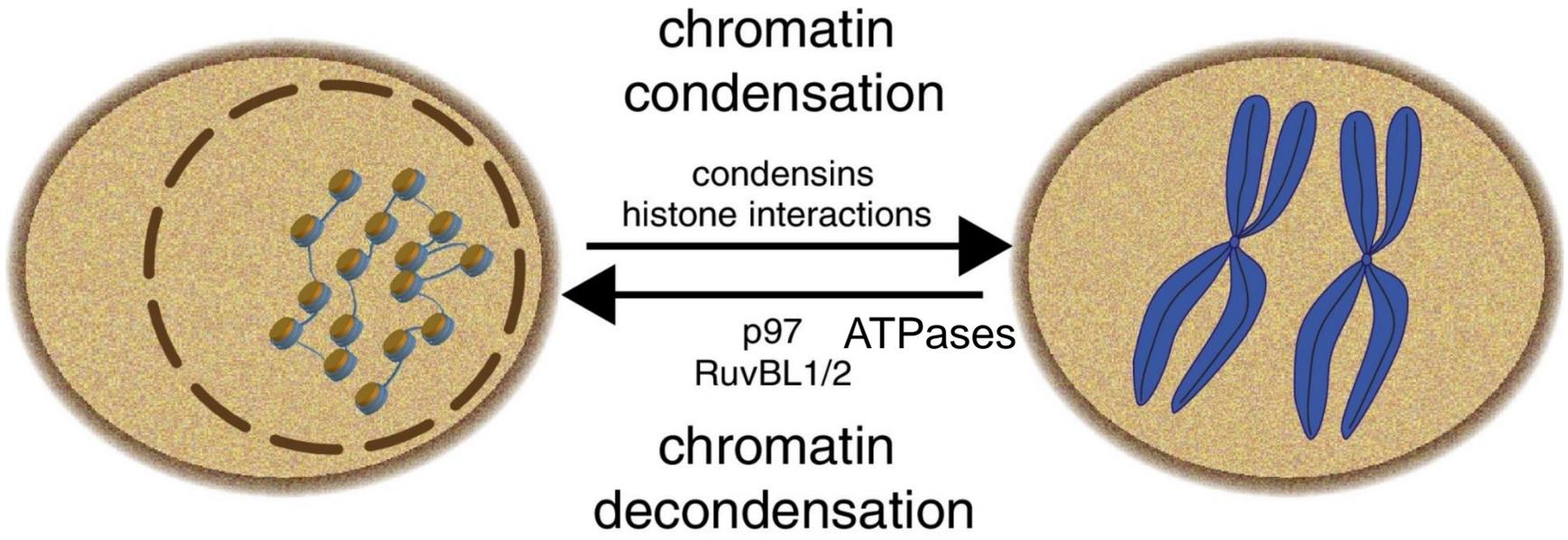
- Αδελφές Χρωματίδες
- Κοεζίνη
- Κεντρομερίδιο
- Κινητοχώρος



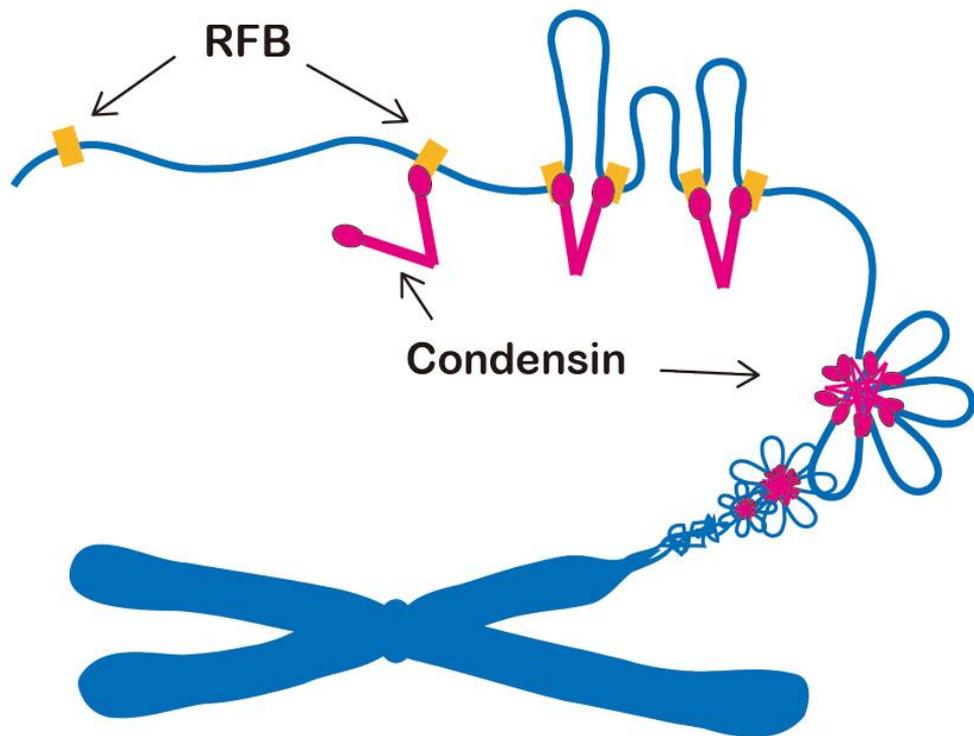
Μηχανισμός Συγκράτησης Αδελφών Χρωματίδων

- Κοεζίνη

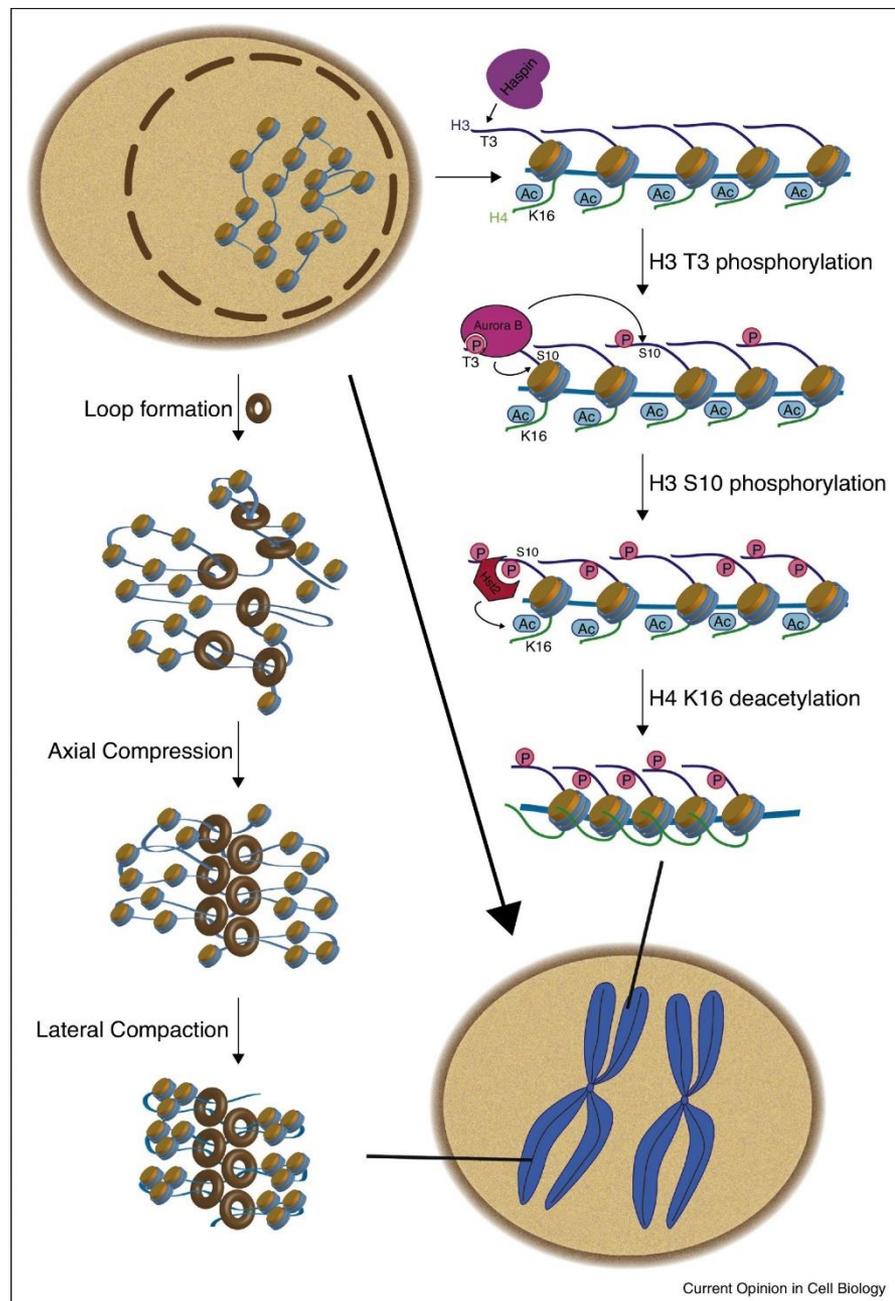




Chromatin folding

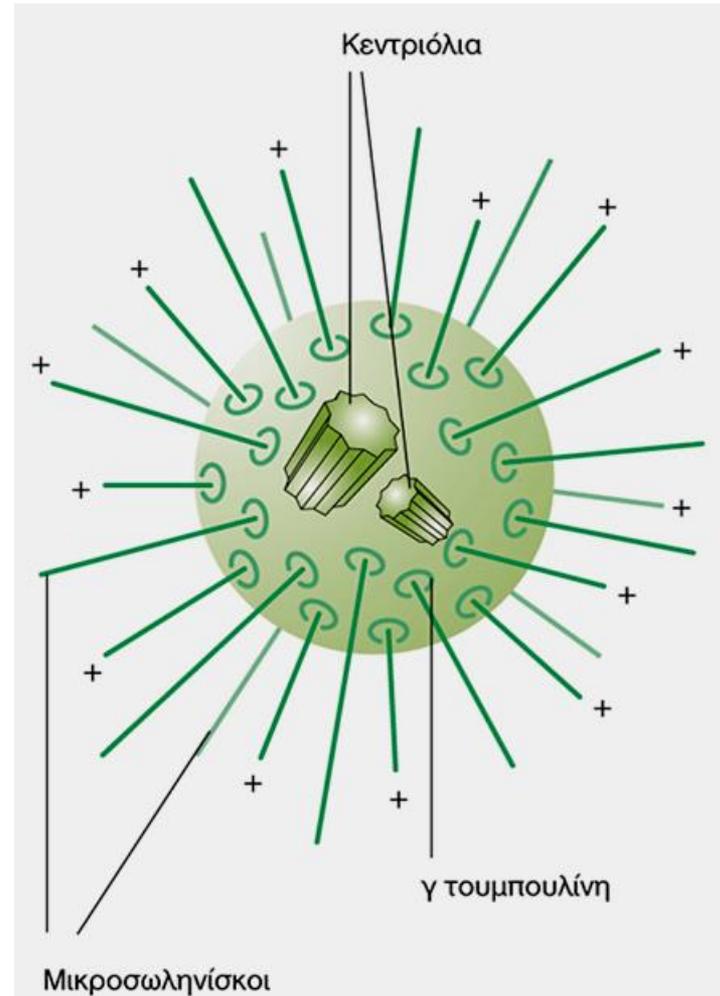


Φωσφορυλίωση ιστονών



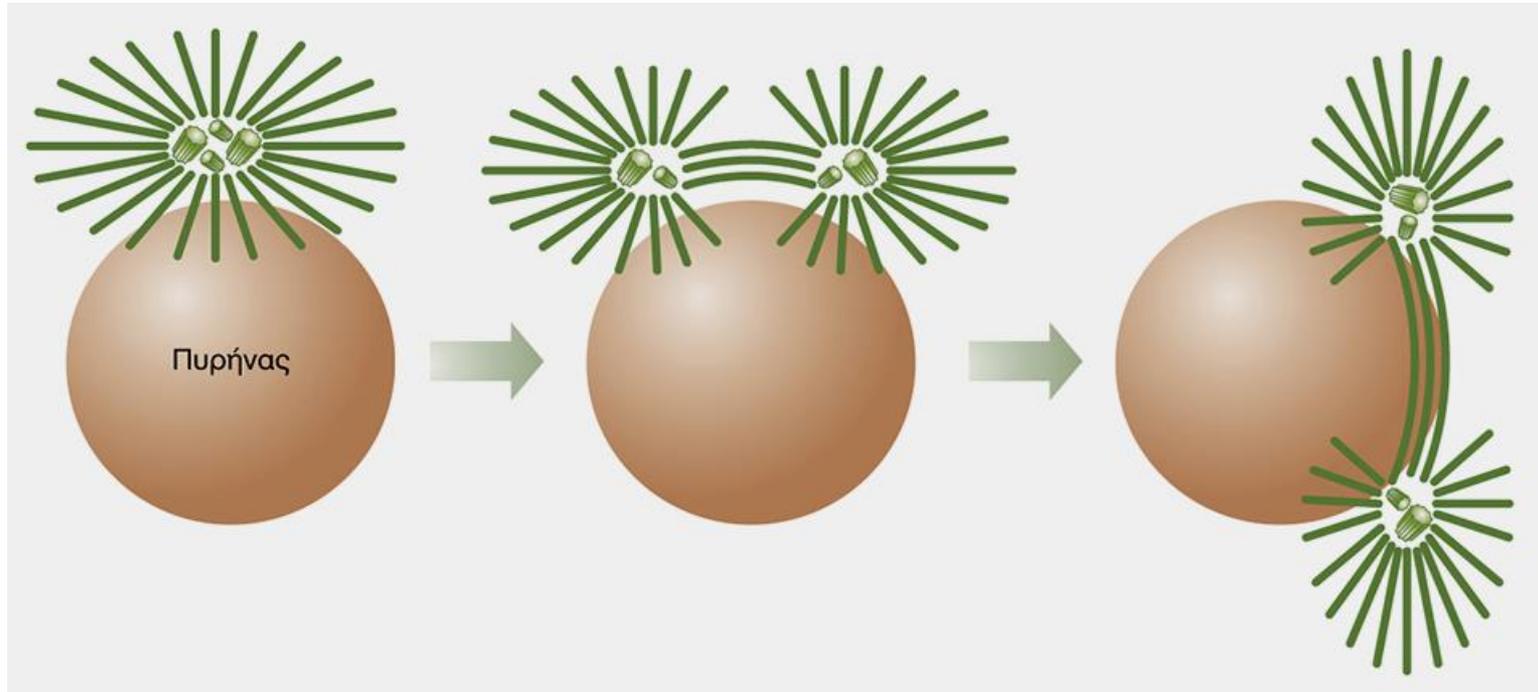
Κεντρόσωμα

- Κέντρα οργάνωσης
Μικροσωληνίσκων
- γ -Τουμπουλίνη
- Κεντριόλια



Συγκρότηση Μιτωτικής Ατράκτου

Άτρακτος με κεντριόλια και αστέρα



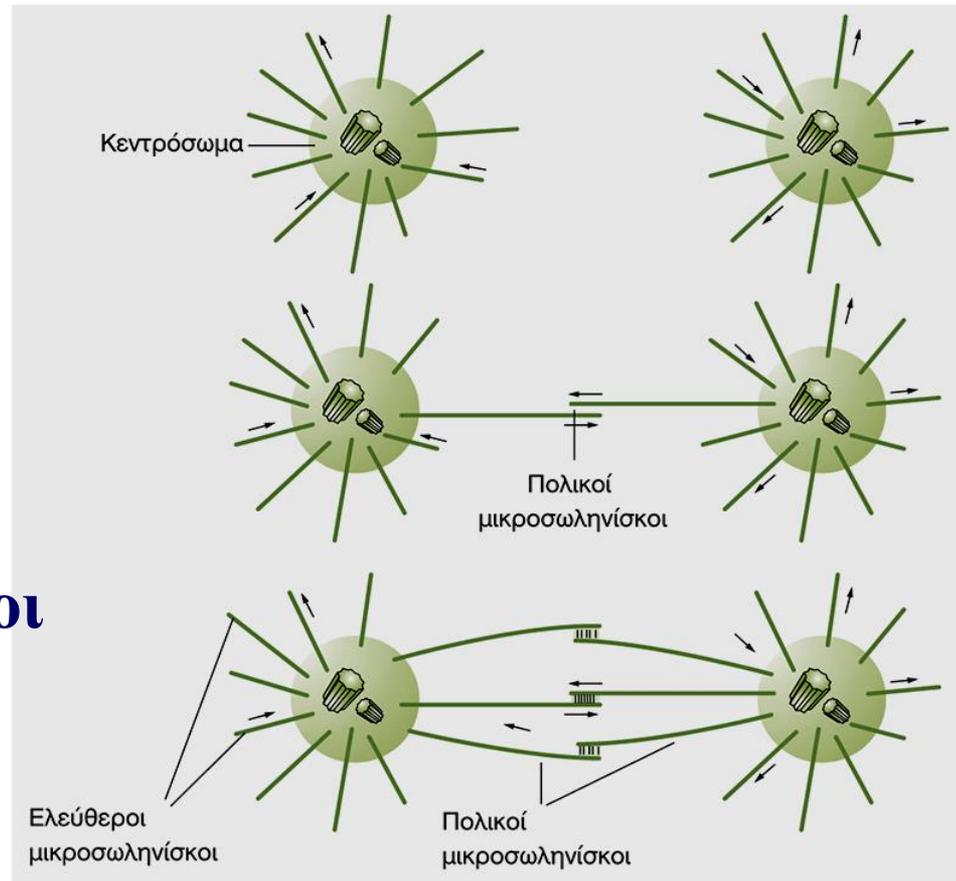
- Αστρόσφαιρα ή Αστέρας
- Διαχωρισμός κεντροσωμάτων
- Απομάκρυνση κεντροσωμάτων προς τους Πόλους

Κινεσίνη, Μικροσωληνίσκοι, Υδρόλυση ΑΤΡ

Συγκρότηση Μιτωτικής Ατράκτου

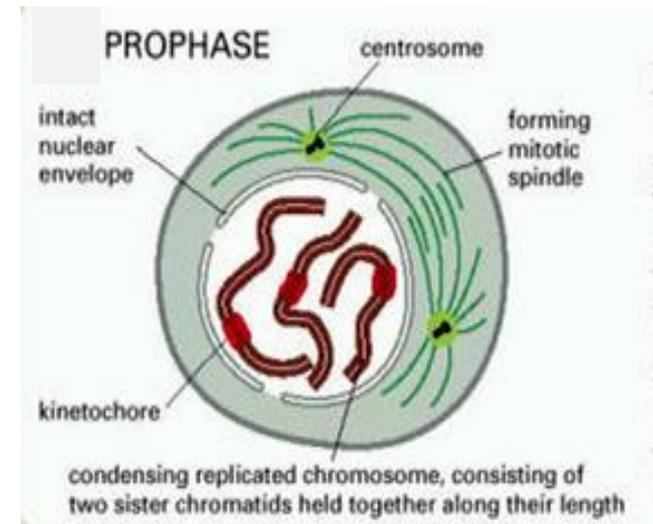
Άτρακτος με κεντριόλια και αστέρα

- Αύξηση αριθμού μικροσωληνίσκων
- Μερική επικάλυψη στον ισημερινό
- Πολικοί Μικροσωληνίσκοι



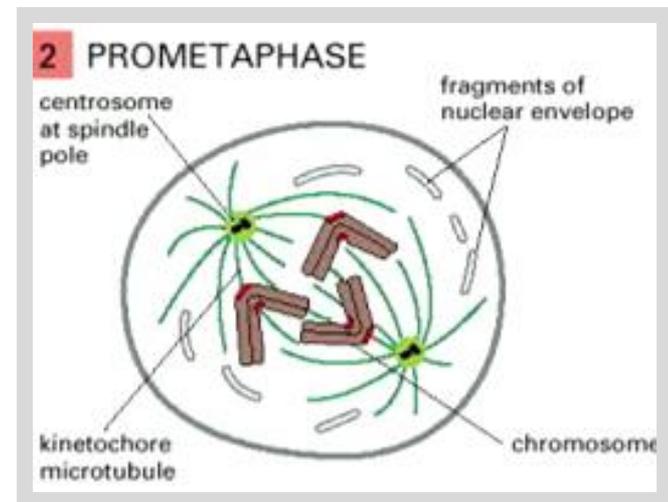
Γεγονότα στην Πρόφαση

1. Συμπύκνωση της χρωματίνης
(μέσω φωσφορυλίωσης της ιστόνης H1, H3, H4 & της δράσης των κοντενσινών)
2. Εμφάνιση μιτωτικής ατράκτου
(κεντροσωμάτια, μικροσωληνίσκοι)



Γεγονότα στην Προμετάφαση

1. Διάλυση πυρηνικής μεμβράνης
(μέσω φωσφορυλίωσης των λαμινών)
2. Σύνδεση χρωμοσωμάτων στους μικροσωληνίσκους της ατράκτου
(μέσω των κινητοχώρων)



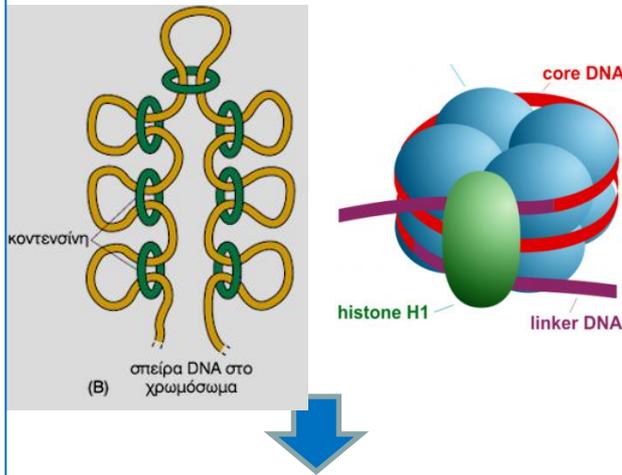
Η έναρξη της μίτωσης ελέγχεται με **φωσφορυλιώσεις** από **κινάσες** που ελέγχουν την μετάβαση του κυττάρου στη φάση M

M-Cdk / cyclin B

A MASTER MOLECULE



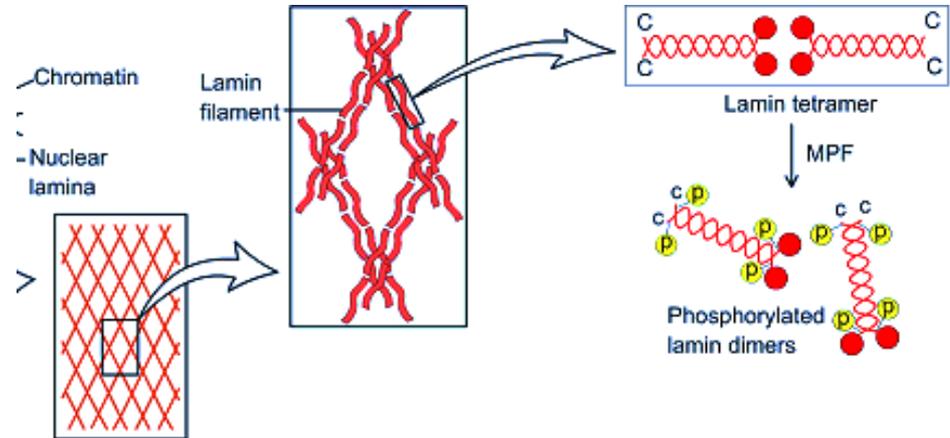
- φωσφορυλίωση **κοντενσινών**
- φωσφορυλίωση των **ιστονών**



Συμπύκνωση της χρωματίνης

M-Cdk1

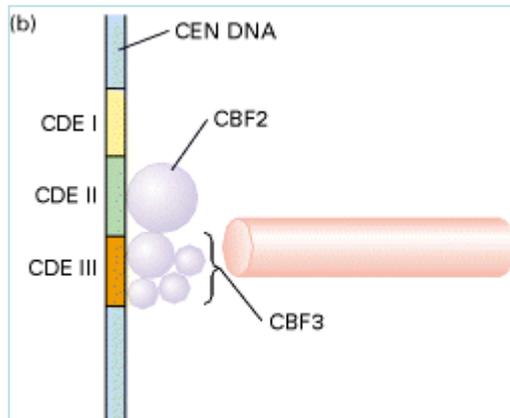
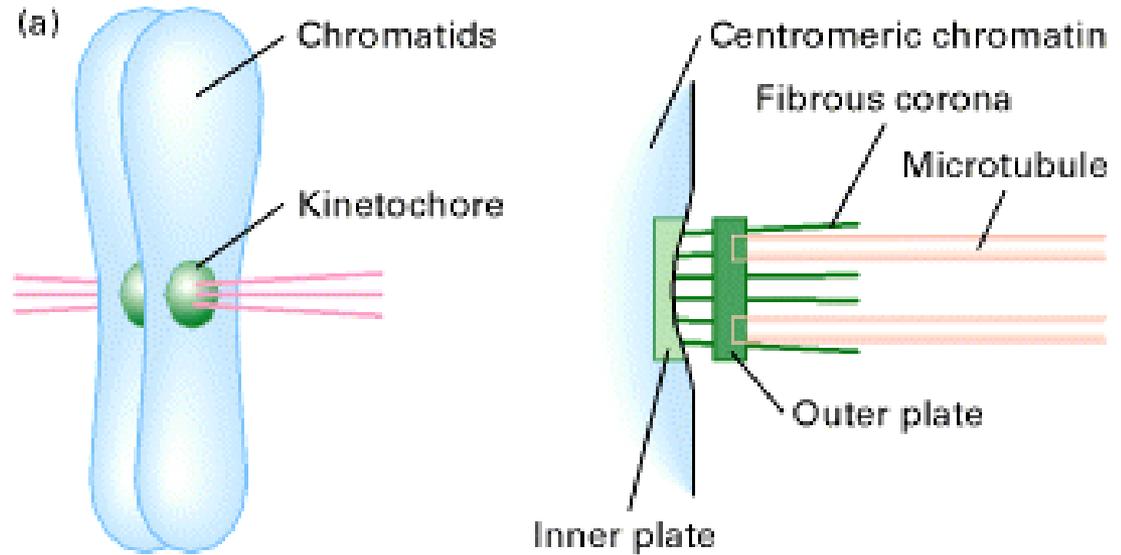
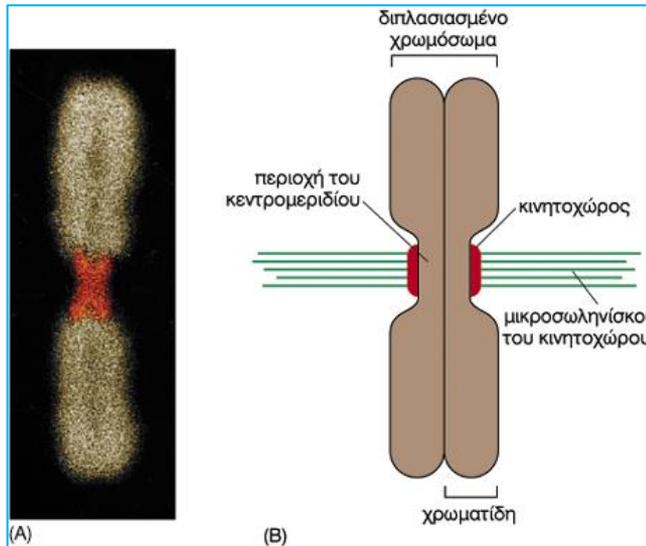
- φωσφορυλίωση των **λαμινών**



Διάλυση πυρηνικής μεμβράνης

Κινητοχώροι: πρωτεϊνικά σύμπλοκα που αλληλεπιδρούν με αλληλουχίες DNA του κεντρομέρους

- Στους κινητοχώρους συνδέονται μικροσωληνίσκοι της ατράκτου.
- Κάθε 'αδελφή χρωματίδη' διαθέτει κινητοχώρο με προσανατολισμό σε αντίθετο πόλο

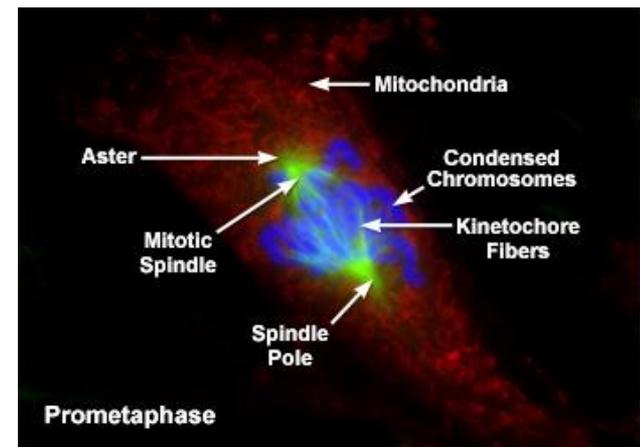
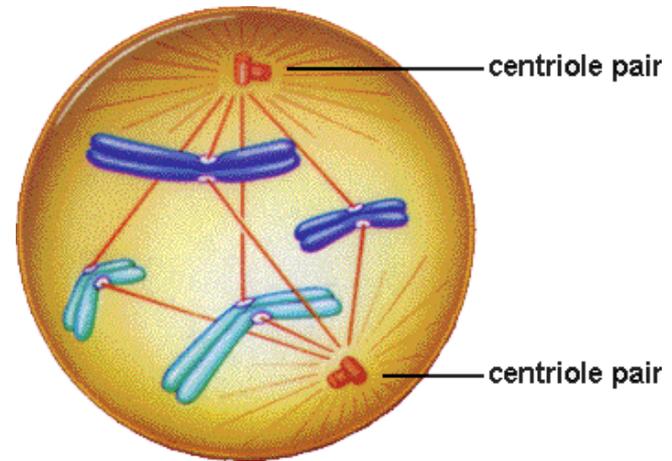


Οι πρωτεΐνες του κινητοχώρου:

- αλληλεπιδρούν με ειδικές αλληλουχίες του DNA &
- συνδέουν τους μικροσωληνίσκους με το χρωμόσωμα.
- στον άνθρωπο, σε κάθε κινητοχώρο συνδέονται 20-40 μικροσωληνίσκοι

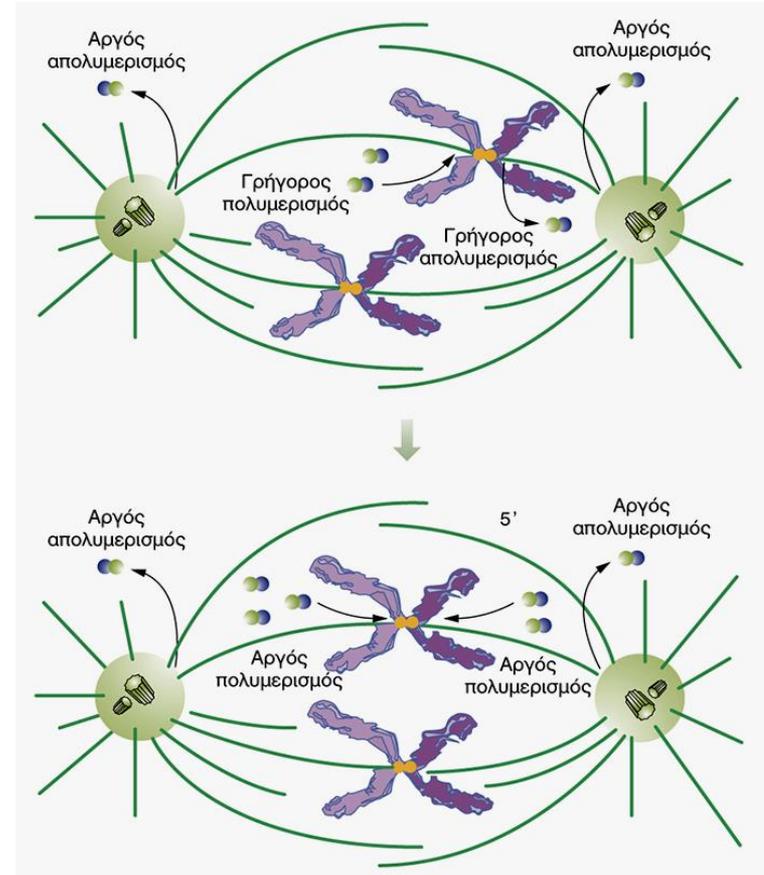
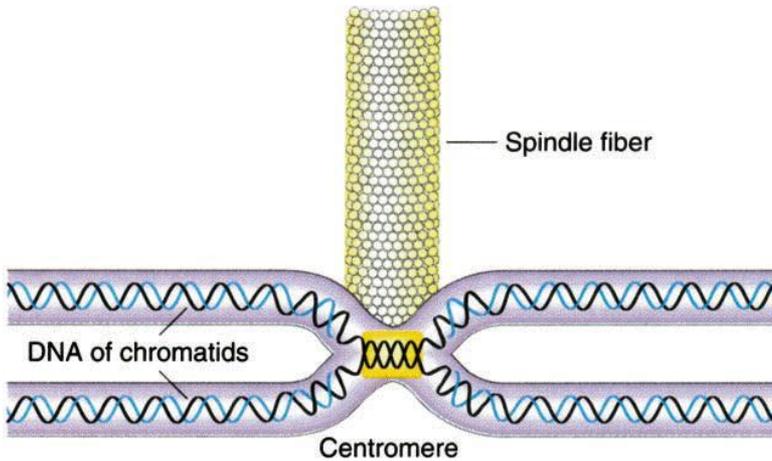
Προμετάφαση

- Αποδιοργάνωση πυρηνικής μεμβράνης
πυρηνικές λαμίνες
- Πλήρης σχηματισμός μιτωτικής ατράκτου
- Κίνηση χρωσωμάτων προς ισημερινό

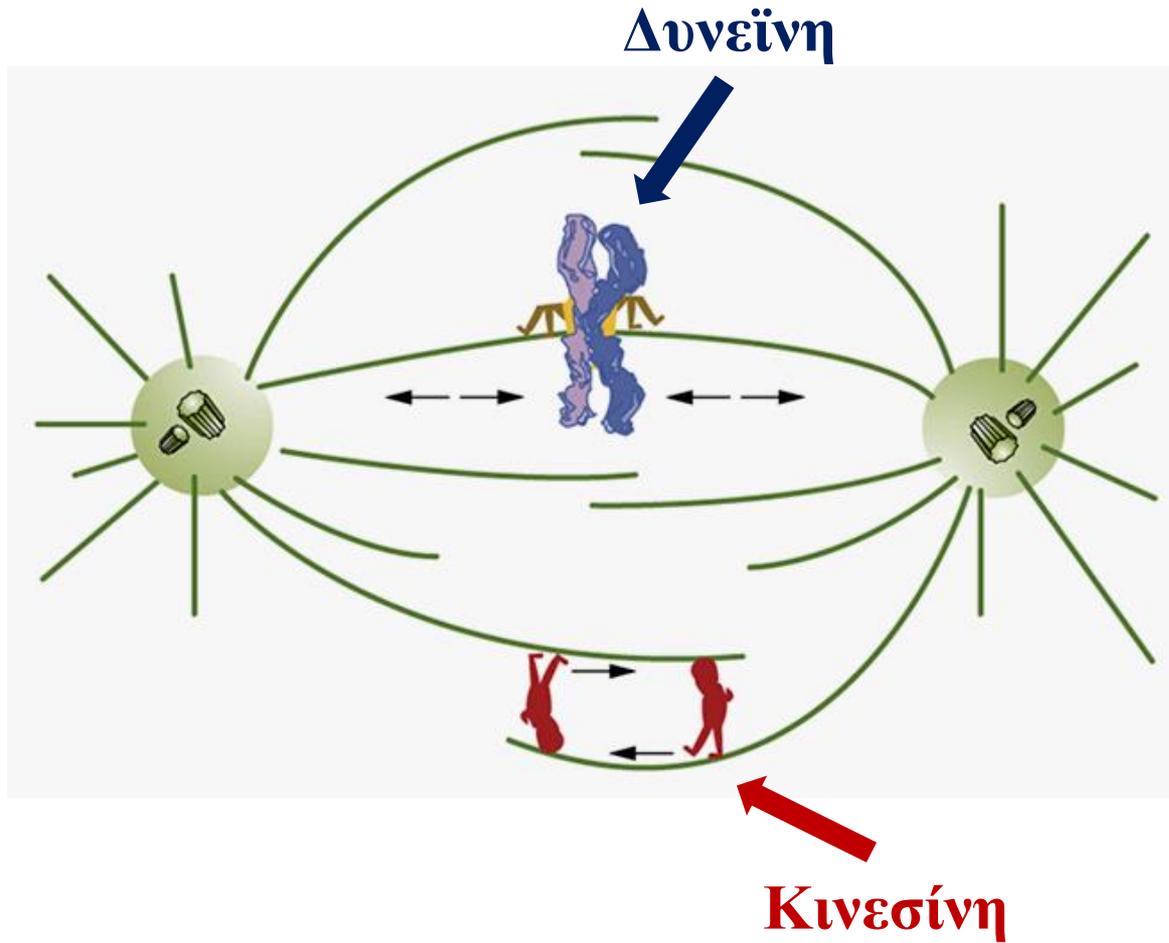


Προμετάφαση

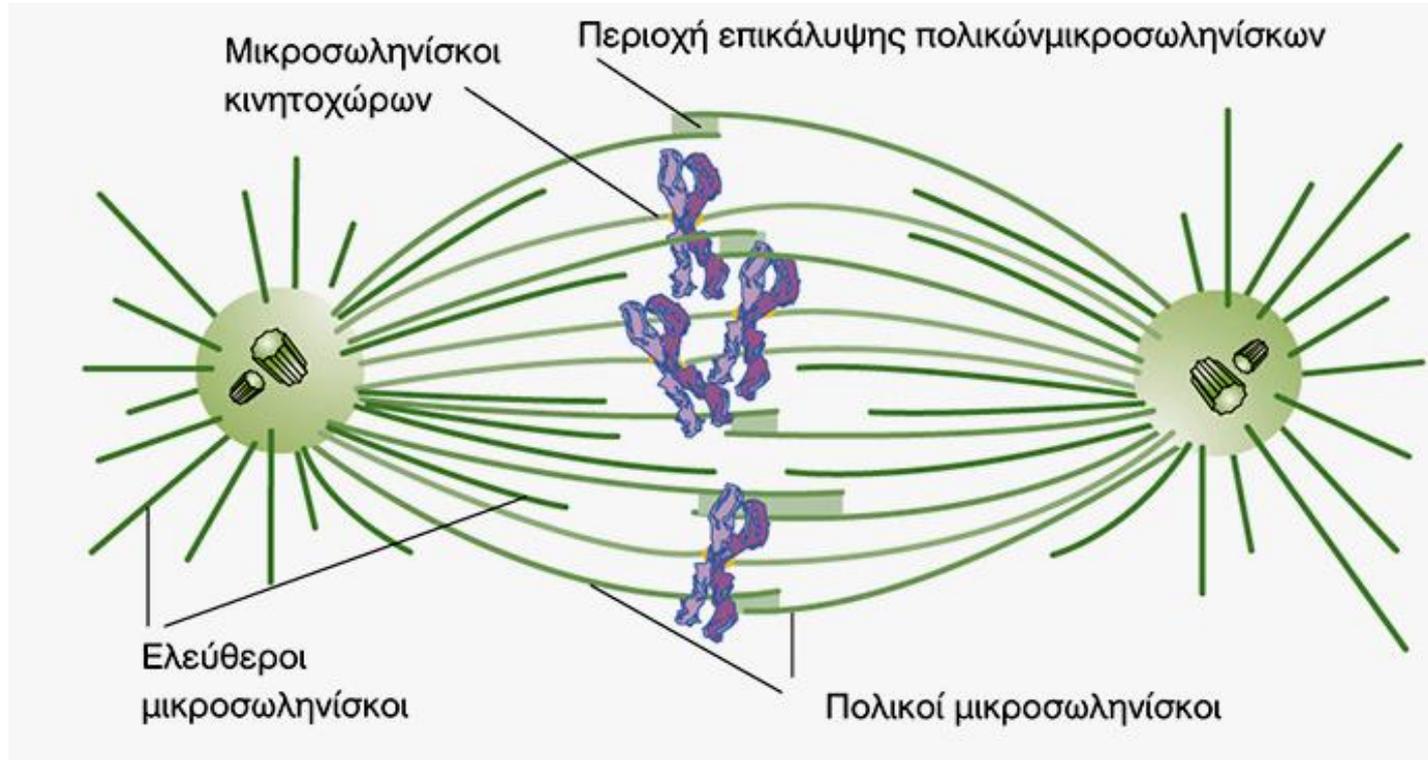
- Δέσμευση μικροσωληνίσκων σε κινητοχώρο



Προμετάφαση



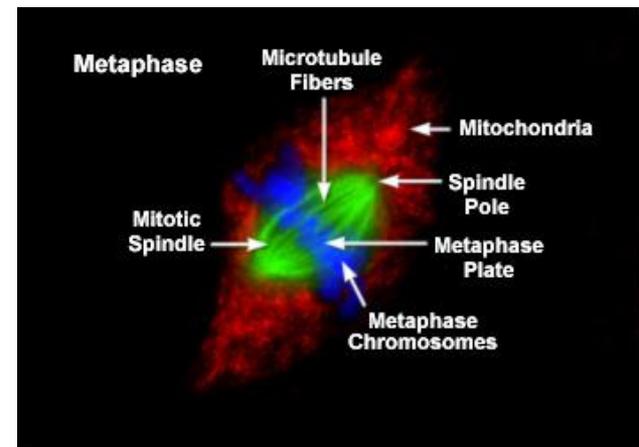
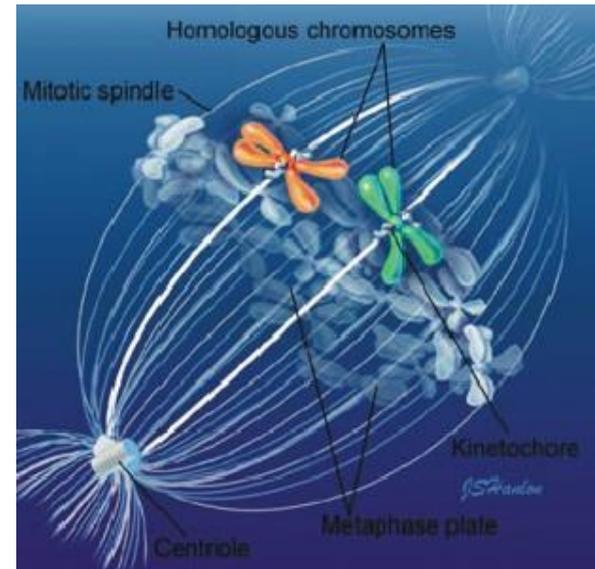
Μετάφαση



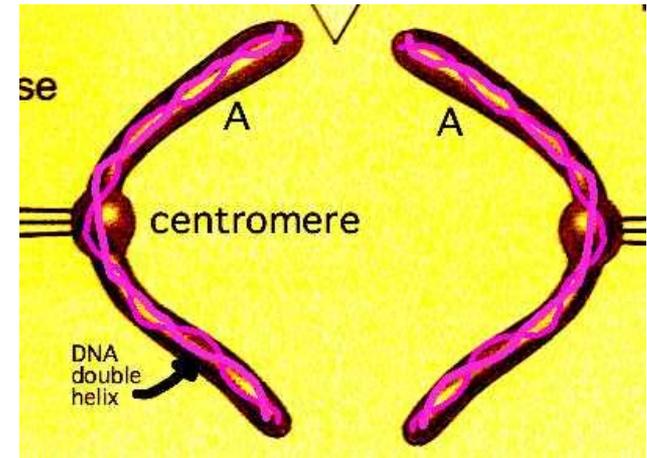
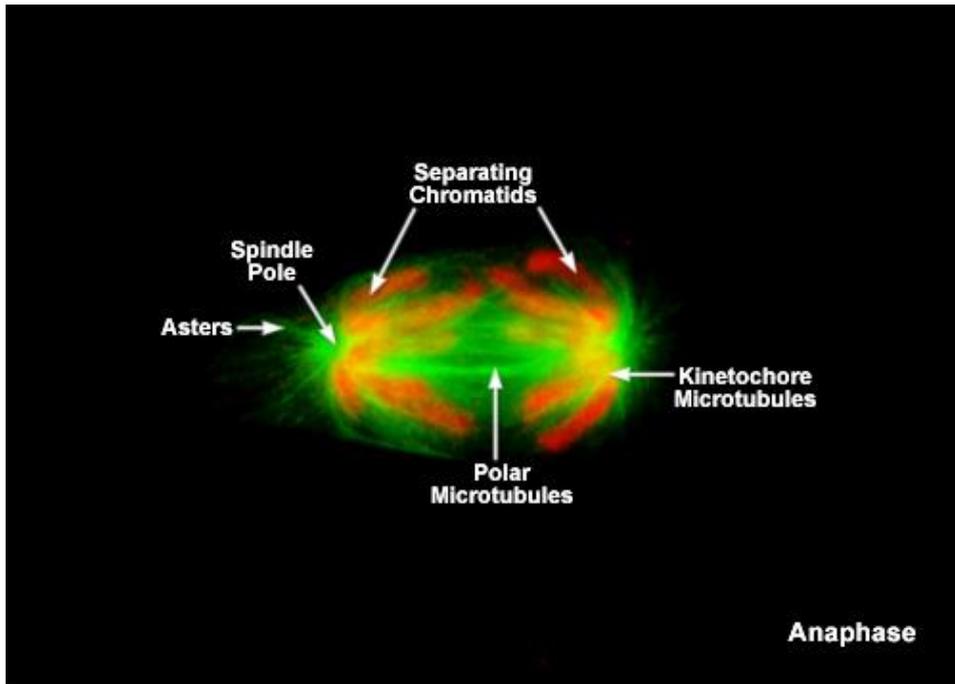
- **Πολικοί Μικροσωληνίσκοι**
- **Μικροσωληνίσκοι κινητοχώρου**
- **Αστρικοί ή Ελεύθεροι Μικροσωληνίσκοι**

Μετάφαση

- Χρωμοσώματα δεσμευμένα στη μιτωτική άτρακτο
- Ευθυγραμμισμένα στον ισημερινό



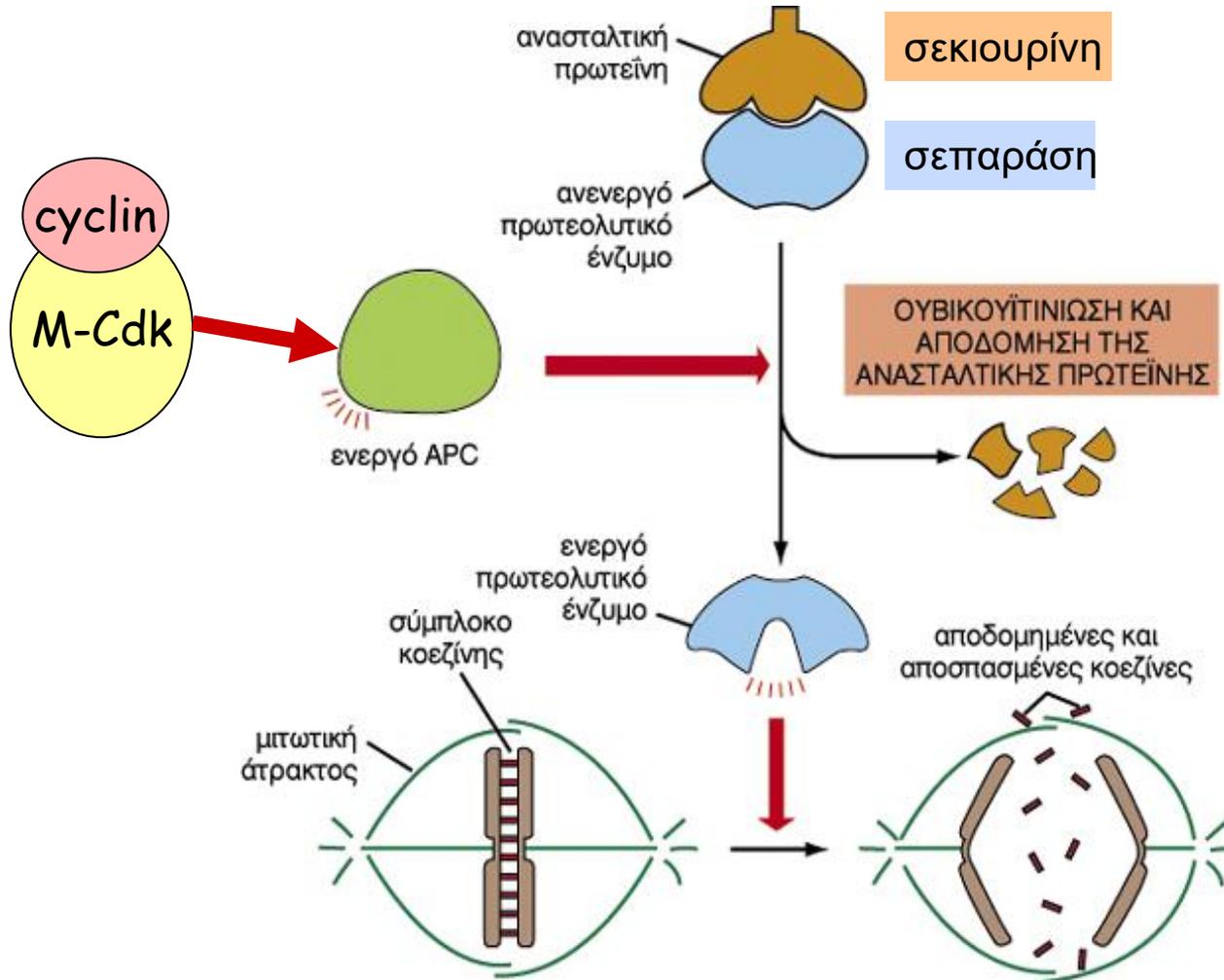
Ανάφαση



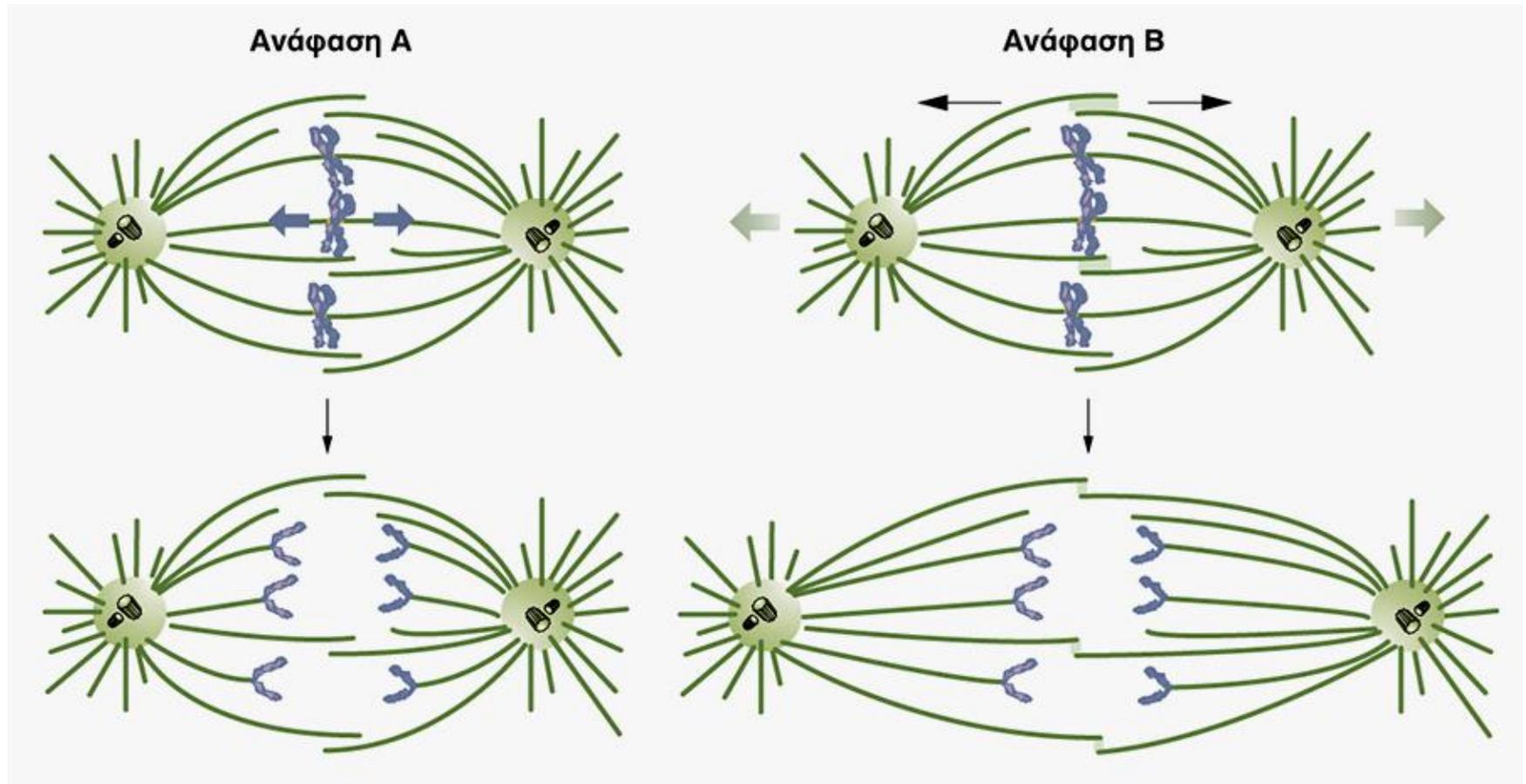
- **Κίνηση Χρωματίδων προς τους πόλους**

Η κινάση M-Cdk συμβάλει στον διαχωρισμό των αδελφών χρωματίδων στην ανάφαση A:

- Ενεργοποιεί το σύμπλοκο APC (anaphase promoting complex), μια λιγάση της ουβικουΐτινης, που αποδομεί την σεκιουρίνη. Έτσι ενεργοποιείται η σεπαράση που διασπά τις κοεζίνες.



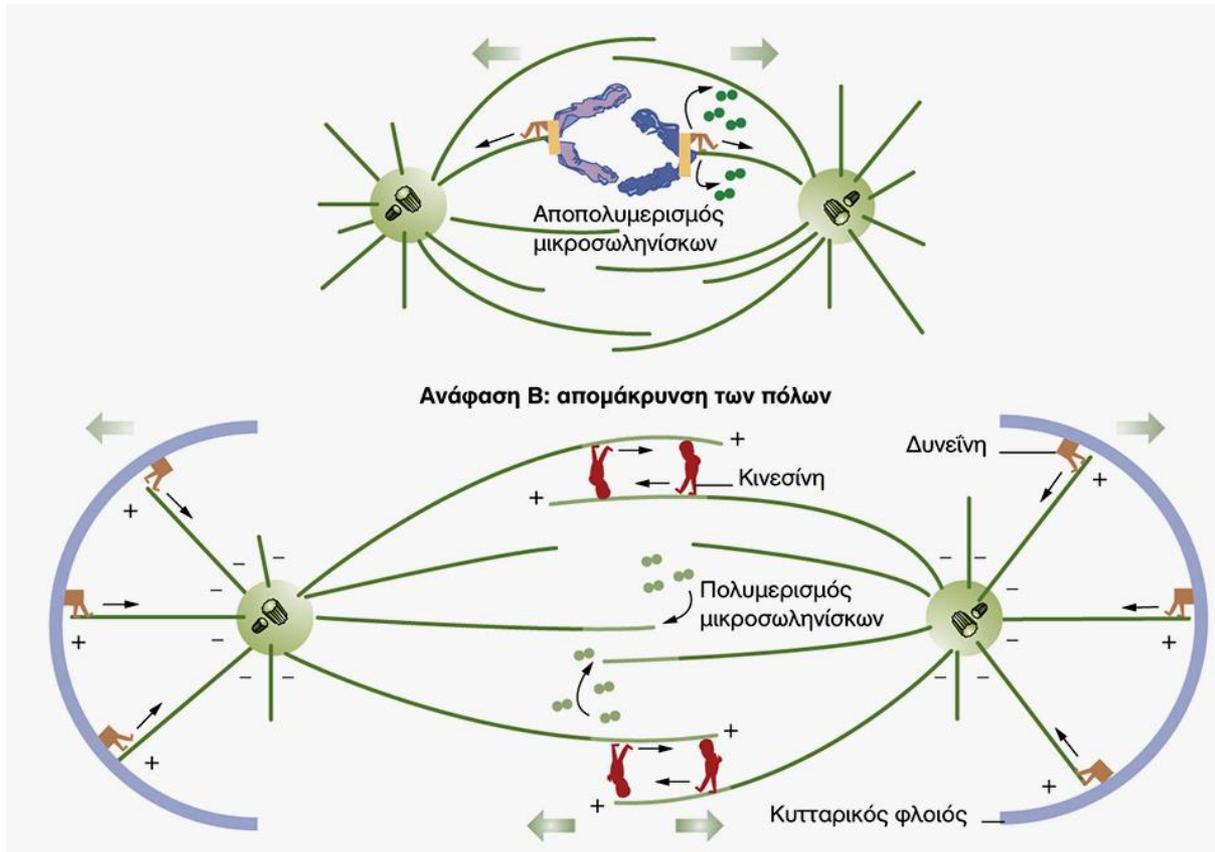
Κίνηση Χρωσωμάτων προς Πόλους



Αδελφές Χρωματίδες

Πολικοί Μικροσωληνίσκοι

Κίνηση Χρωσωμάτων προς Πόλους



Ανάφαση Α

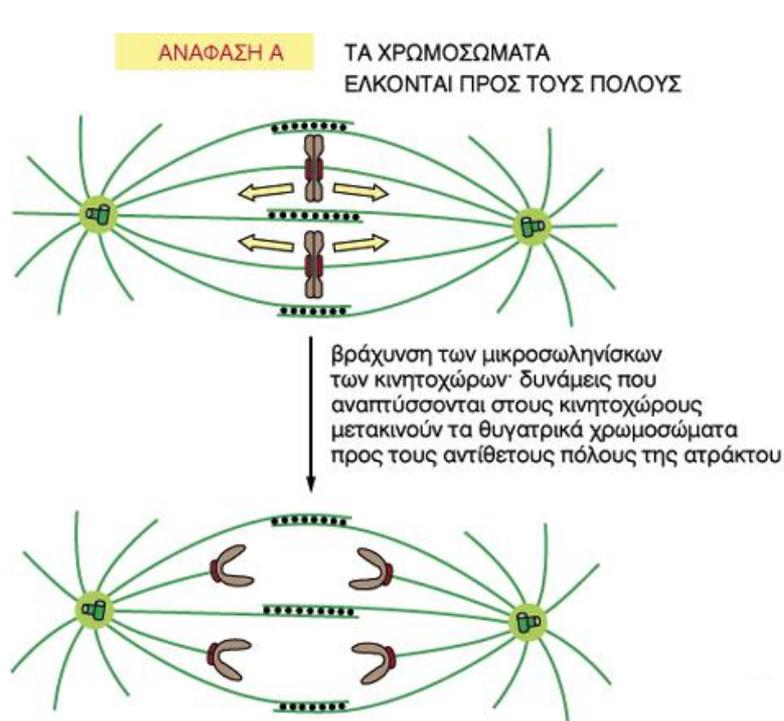
Δυνείνη

στον Κινητοχώρο

Ανάφαση Β

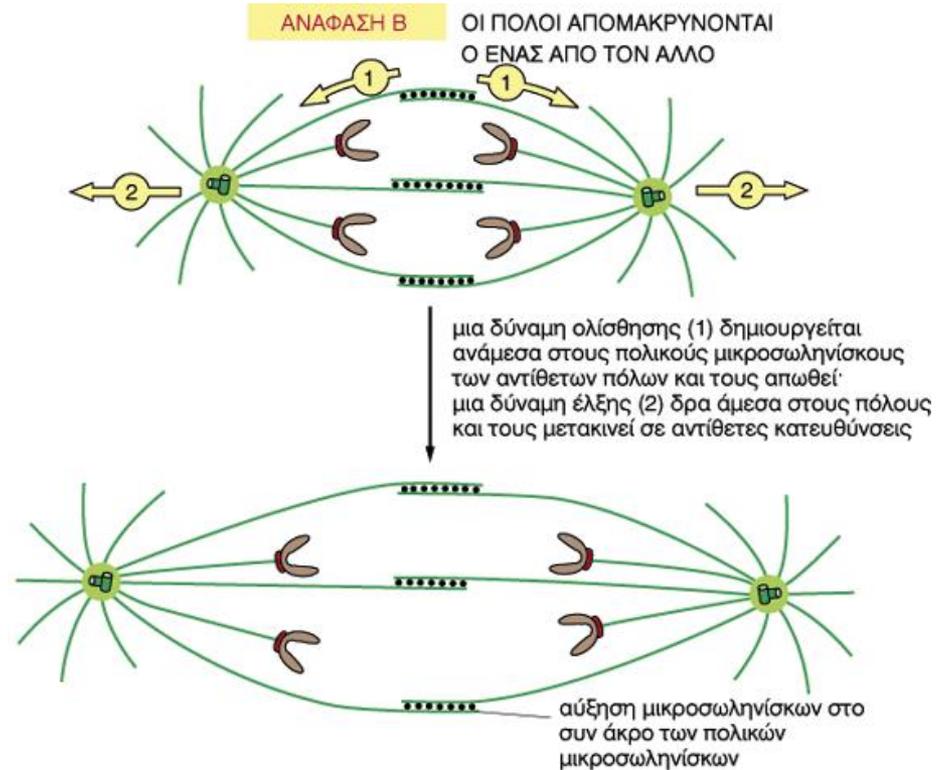
- Κινησίνη σε πολικούς μικροσωληνίσκους
- Δυνείνη σε ελεύθερους μικροσωληνίσκους και στον κυτταρικό φλοιό

Οι δύο φάσεις της ΑΝΑΦΑΣΗΣ



Ανάφαση Α:

1. διαχωρισμός χρωματίδων (δράση M-Cdk & Anaphase Promoting Complex)
2. κόντυμα μικροσωληνίσκων κινητοχώρου

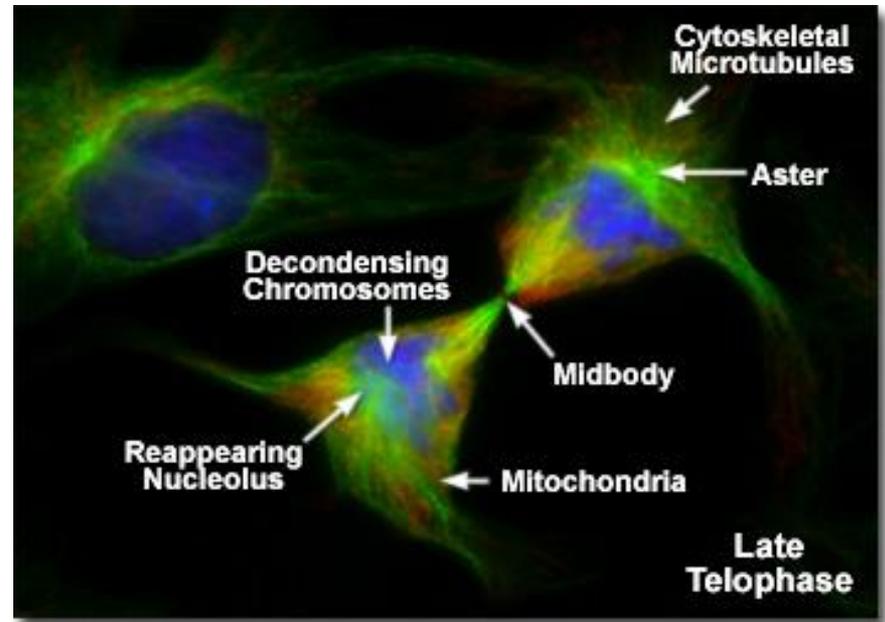


Ανάφαση Β:

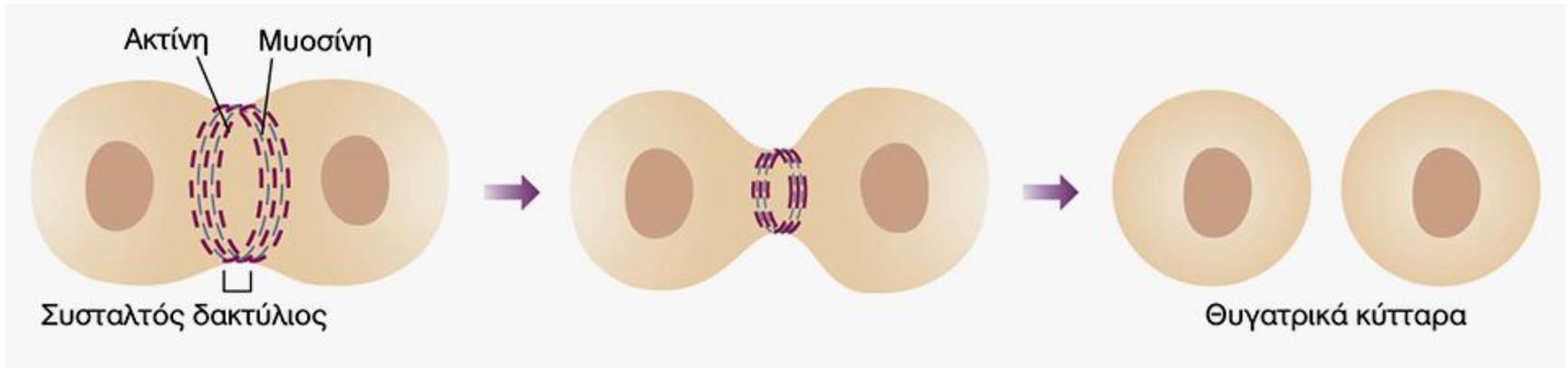
1. απομάκρυνση των πόλων (συμμετοχή δυνεινών)
2. απομάκρυνση πολικών μικροσωληνίσκων (συμμετοχή κινησινών)

Τελόφαση

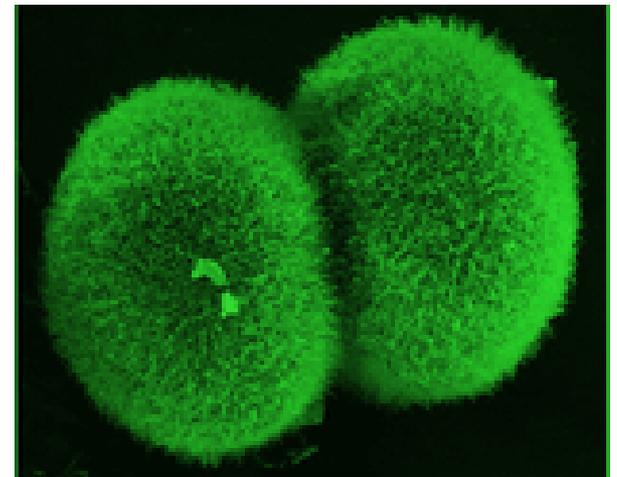
- Αποσυσπείρωση χρωσωμάτων
- Συγκρότηση πυρηνικής μεμβράνης
- Επανασχηματισμός ΕΔ και Golgi
- Εξαφάνιση μιτωτικής ατράκτου



Κυτταροδιαίρεση



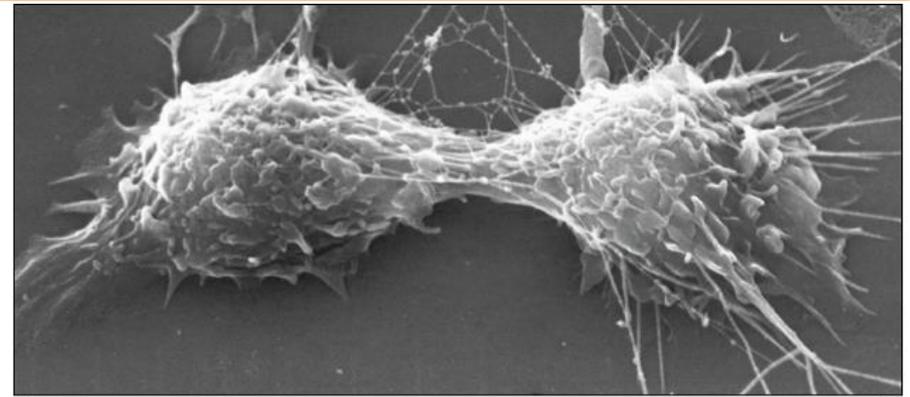
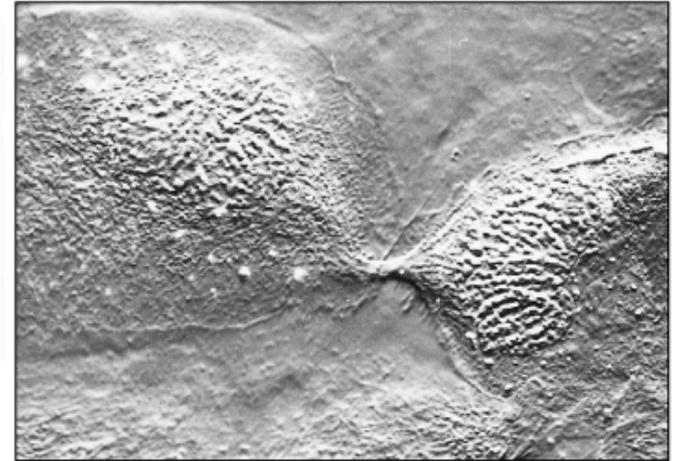
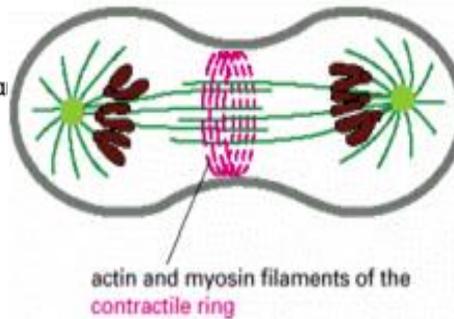
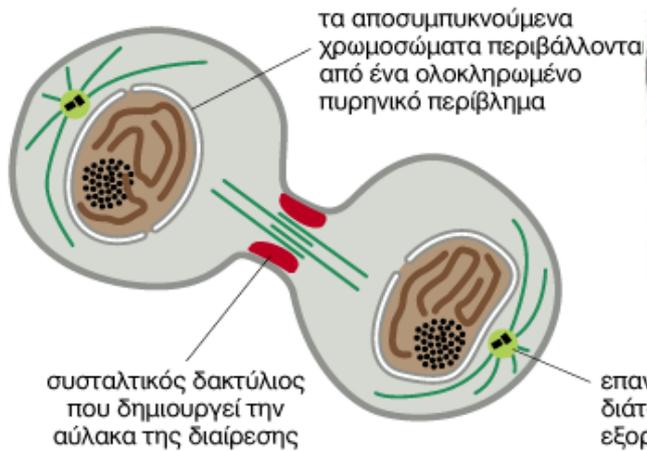
- **Ενδιάμεσο Σωματίο**
- **Συσταλτός δακτύλιος**
- **Περίσφυξη**



Γεγονότα στην Κυτταροκίνηση

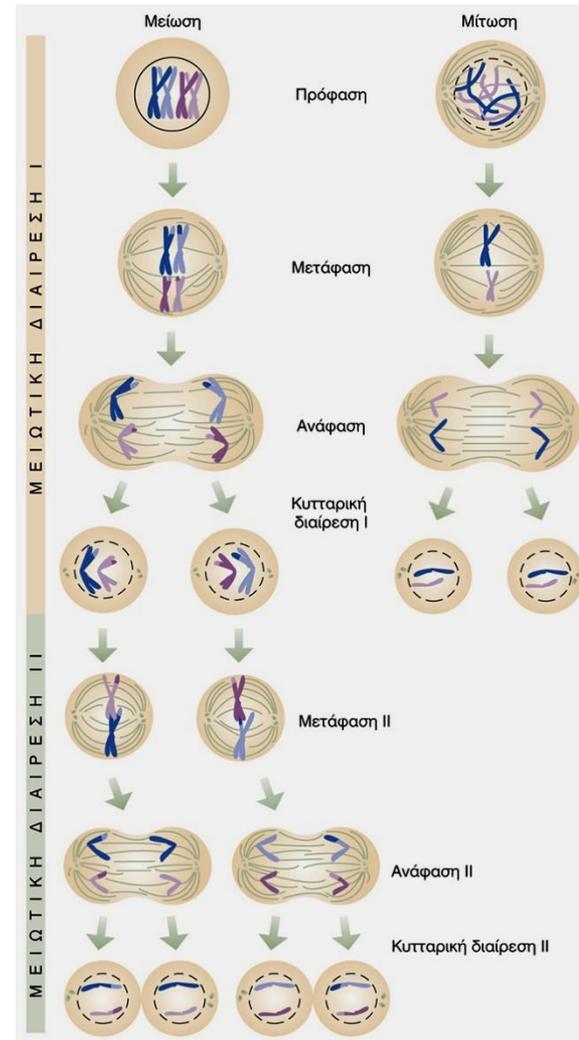
1. Δράση του συσταλτικού δακτυλίου
2. Αποσυσπείρωση χρωμοσωμάτων
3. Μεσοφασική διάταξη κεντροσωματίου

6 ΚΥΤΤΑΡΟΚΙΝΗΣΗ



ΜΕΙΩΣΗ

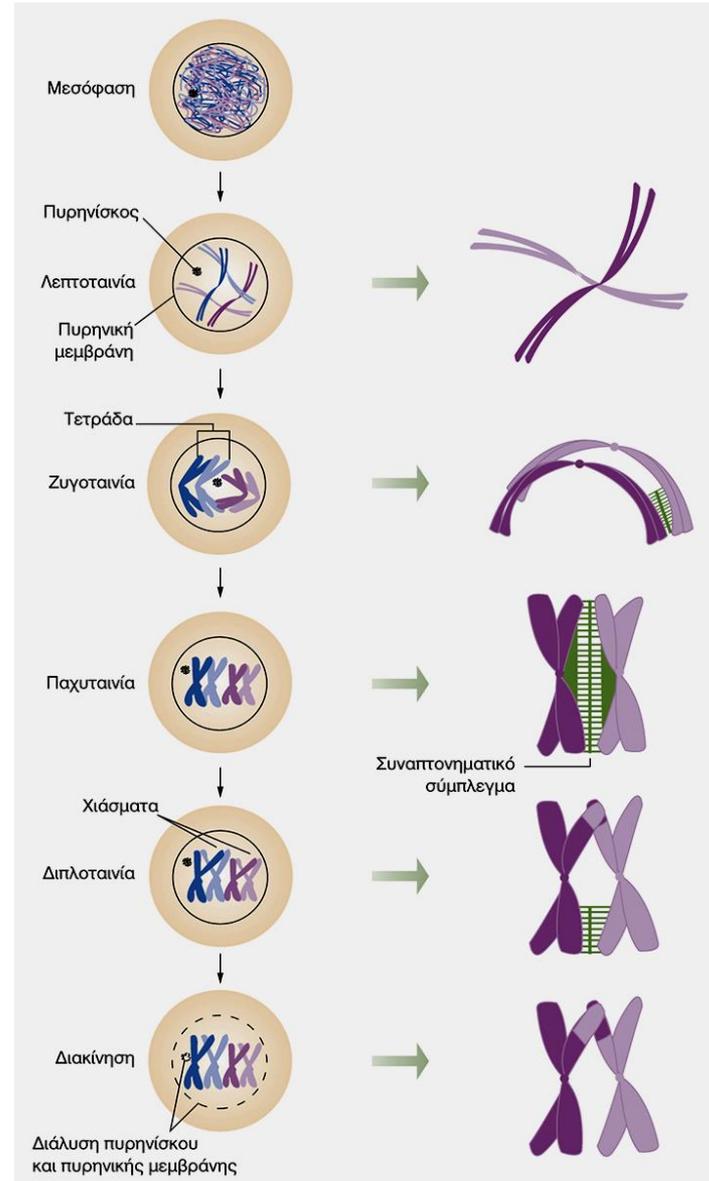
- Ελάττωση αριθμού χρωμοσωμάτων
- Ασυνδυασμός DNA
- Σύνθεση ειδικών mRNA και πρωτεϊνών



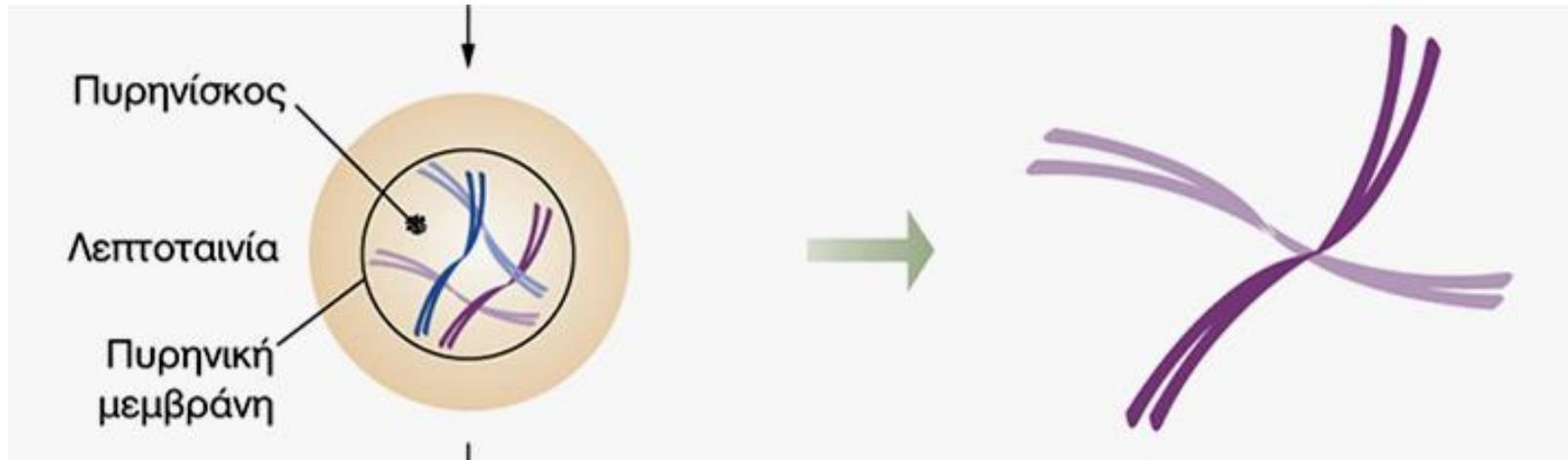
ΔΥΟ διαιρέσεις αλλά **ΜΙΑ** σύνθεση DNA

Στάδια Πρόφασης-I

- Λεπτοταινία
- Ζυγοταινία
- Παχυταινία
- Διπλοταινία
- Διακίνηση



Στάδια Πρόφασης-I



- **Λεπτοταινία**

Χρωματίνη σε λεπτά ινίδια

Αδελφές χρωματίδες πολύ κοντά μεταξύ τους

Τελομερή προσκολλημένα σε πυρηνική μεμβράνη

Στάδια Πρόφασης-I

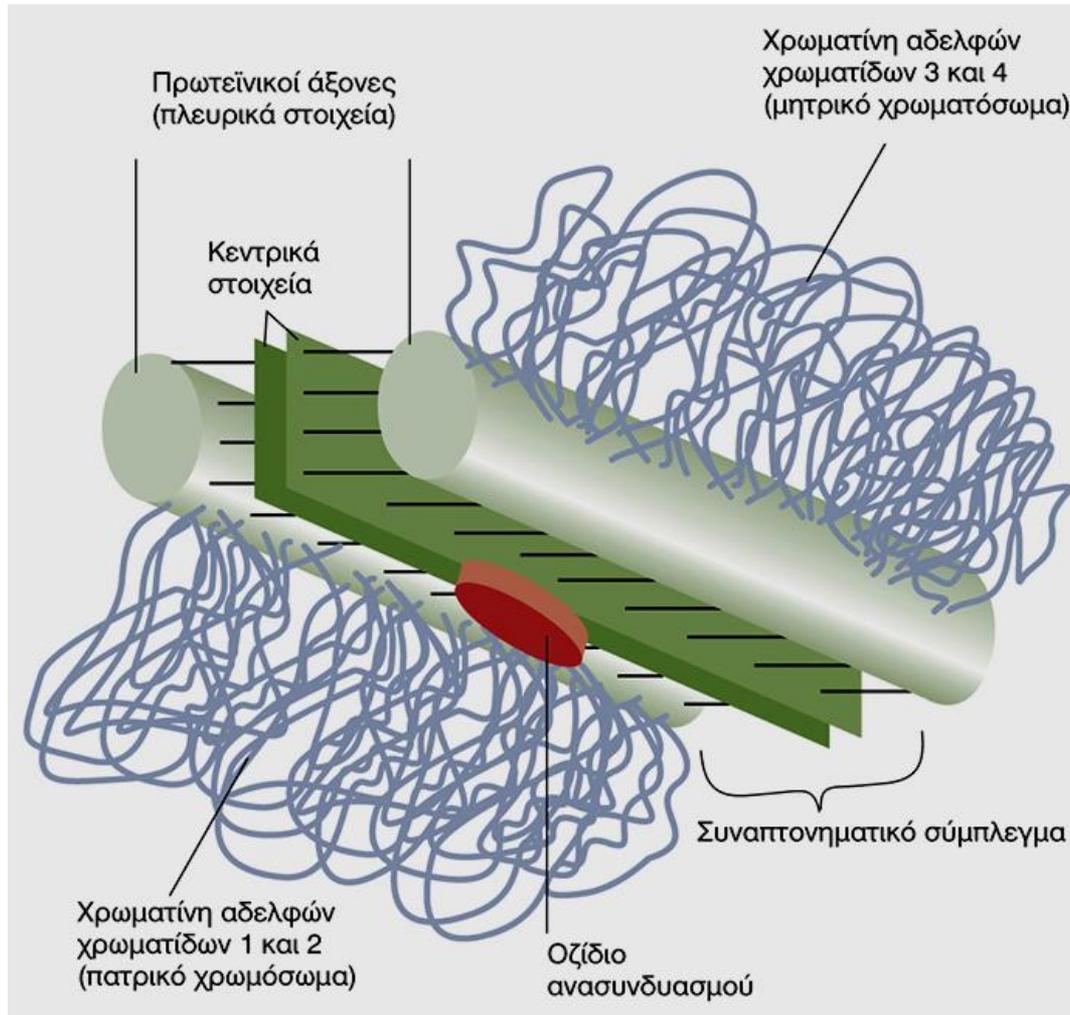


- **Ζυγοταινία**

Σύναψη ομόλογων χρωμοσωμάτων

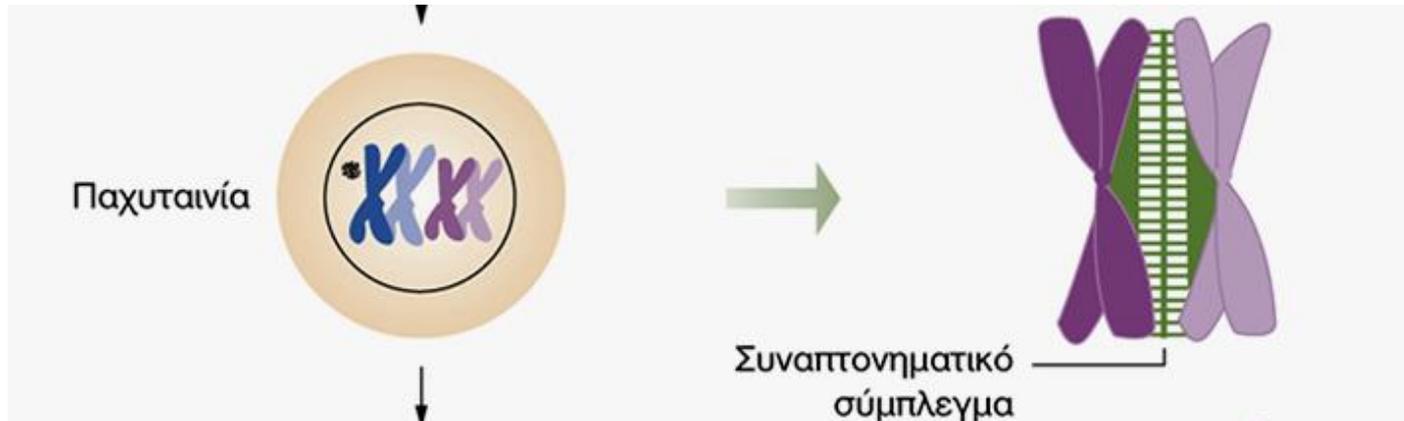
Συναπτονηματικό Σύμπλεγμα

Στάδια Πρόφασης-I



Συναπτονηματικό Σύμπλεγμα

Στάδια Πρόφασης-I



- **Παχυταινία**

Χρωμοσώματα Συμπυκνωμένα

Γενετικός Ανασυνδυασμός

Τροποποιημένες Ιστόνες

Αποδιοργάνωση πυρηνικών λαμινών

Στάδια Πρόφασης-I



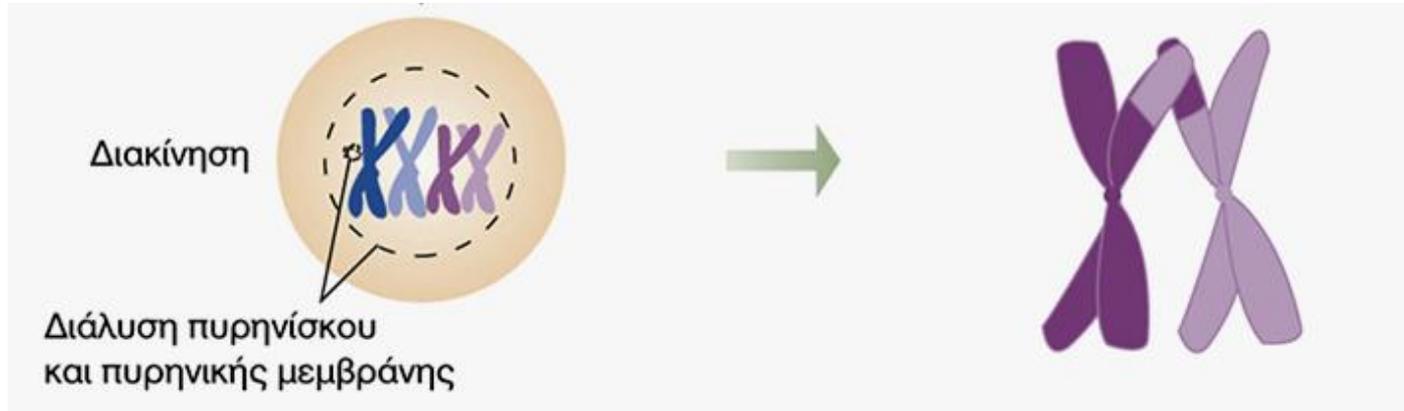
- **Διπλοταινία**

Σταδιακή εξαφάνιση συναπτονηματικού συμπλέγματος

Χιάσματα Μη-αδελφών χρωματίδων

Επιχιασμός / Χιασματυπία / Διασκελισμός

Στάδια Πρόφασης-I



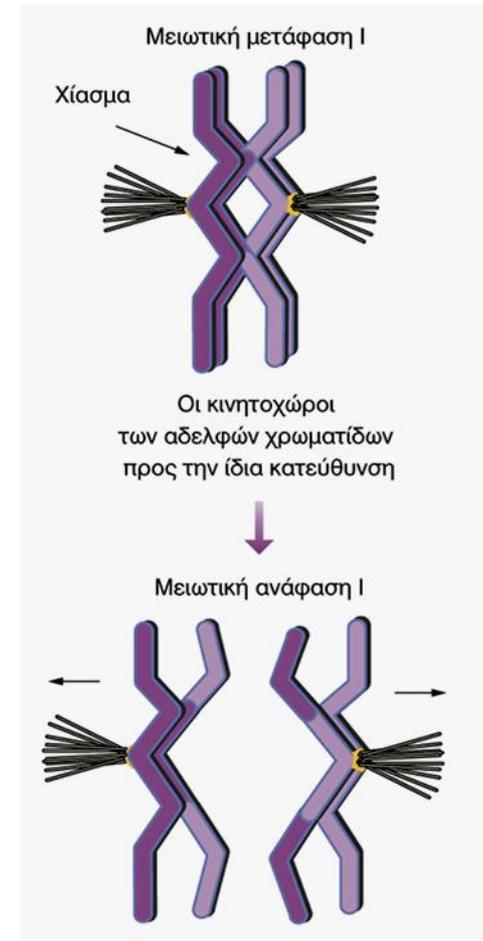
- Διακίνηση

Μέγιστη συσπείρωση χρωμοσωμάτων

Αποδιοργάνωση πυρηνικής μεμβράνης

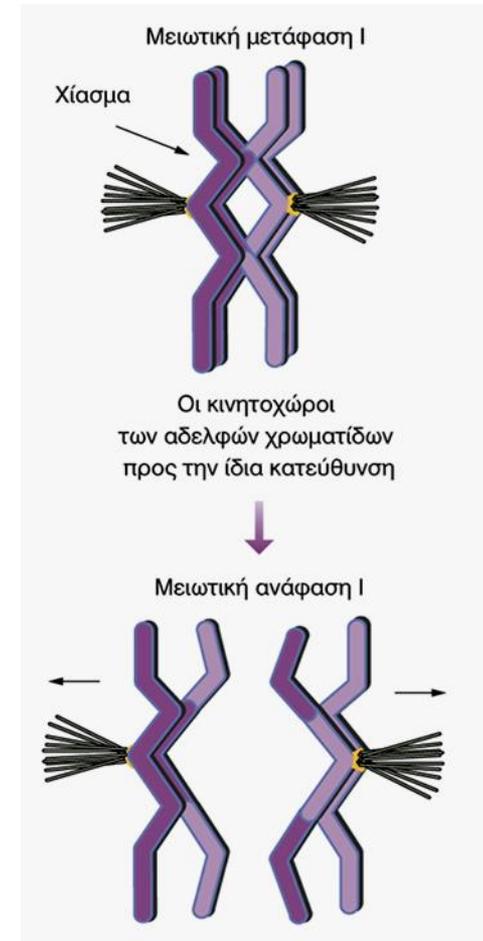
Μετάφαση-I

- Εμφάνιση Ατράκτου
- Χρωμοσώματα σε **Τετράδες**
- Τυχαία διάταξη → Τυχαίος διαχωρισμός ομόλογων χρωμοσωμάτων



Ανάφαση-I

- Κίνηση χρωμοσωμάτων προς τους πόλους
- ΜΗ-διαχωρισμός αδερφών χρωματίδων

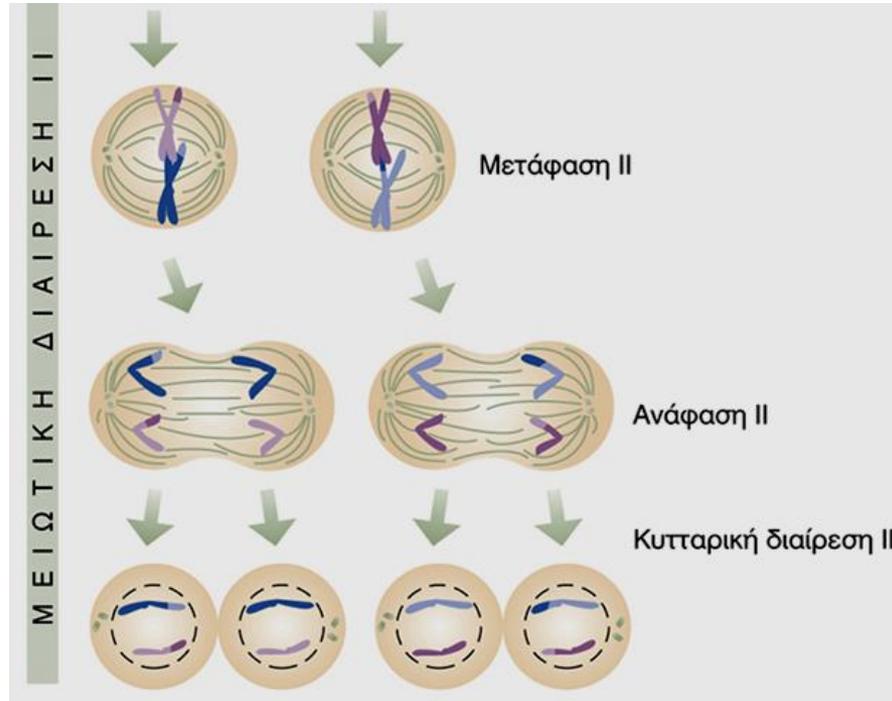


Τελόφαση-I

- Μη σχηματισμός πυρηνικής μεμβράνης
- Μικρό μεσοφασικό διάστημα



Μειωτική διαίρεση II

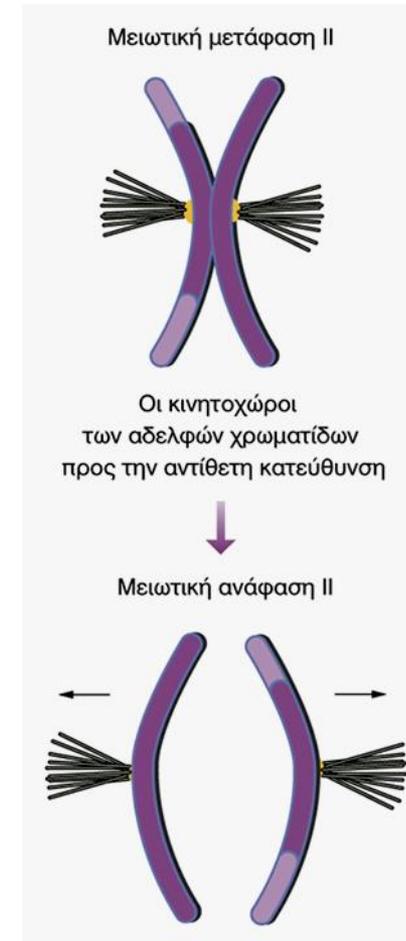


- Τυπική κυτταρική διαίρεση
- Μη-αντιγραφή DNA
- Απλοειδής αριθμός χρωμοσωμάτων

Μετάφαση-II

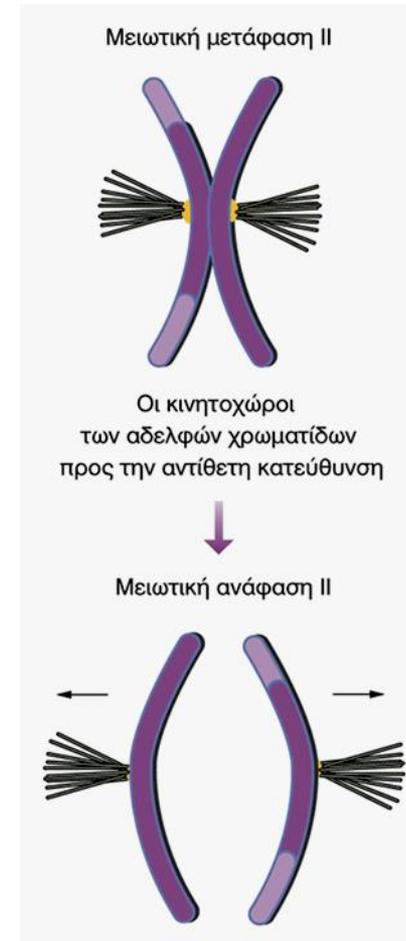
- Εμφάνιση Ατράκτου
- Κινητοχώροι αδερφών χρωματίδων προς τους 2 πόλους

Άωρα Ωοκύτταρα



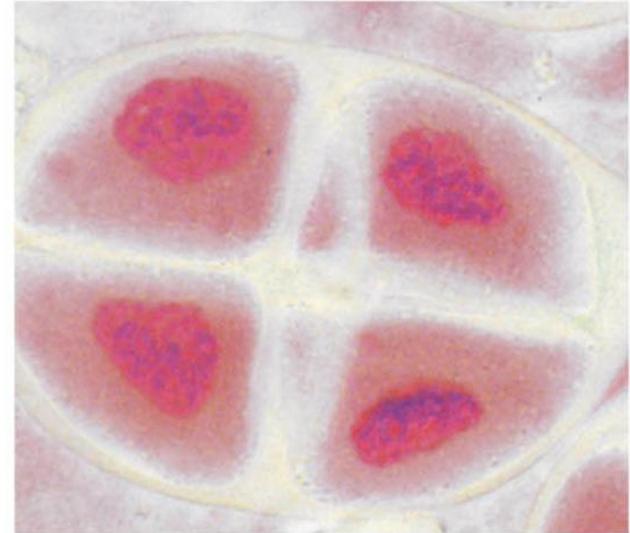
Ανάφαση-II

- Διαχωρισμός συμπλέγματος κοεζίνης
- Κίνηση αδελφών χρωματίδων προς αντίθετους πόλους

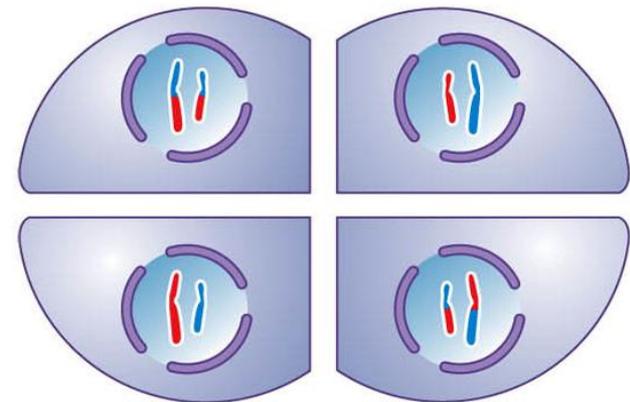


Τελόφαση-II

- Σχηματισμός πυρηνικής μεμβράνης



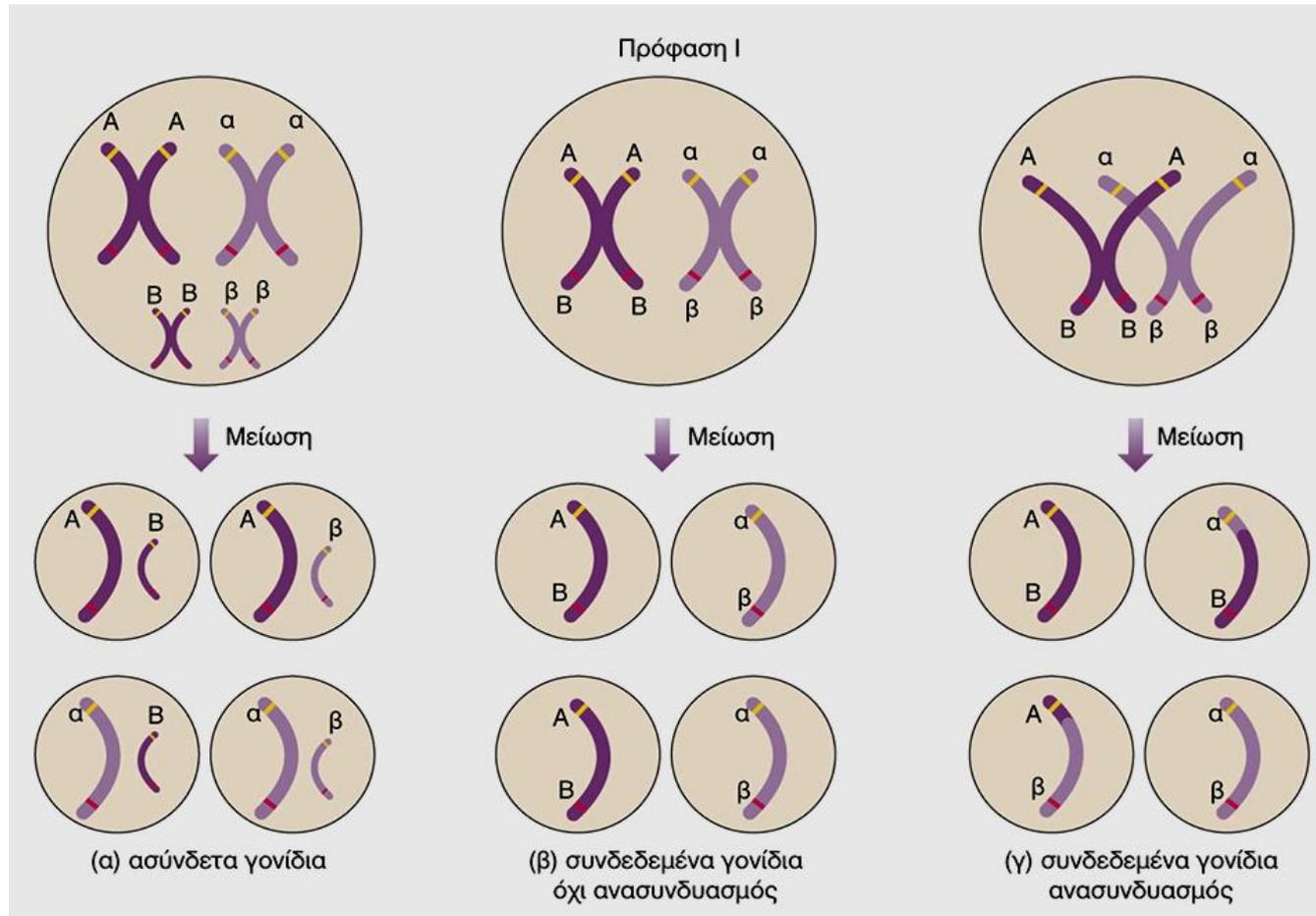
- Από ένα διπλοειδές κύτταρο
→ 4 απλοειδή κύτταρα



Συνέπειες Μείωσης

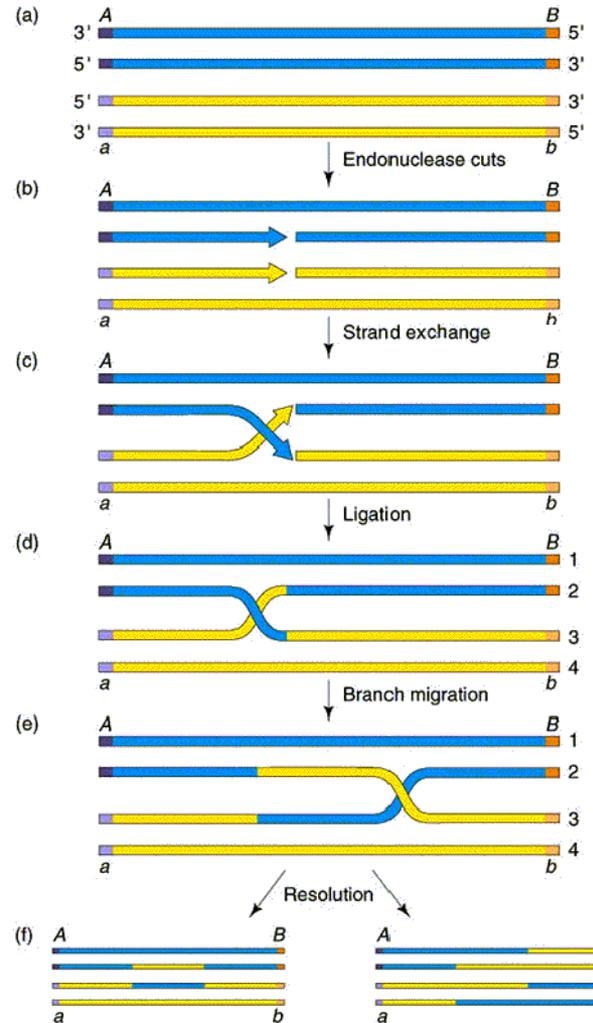
- Διατηρείται σταθερός ο αριθμός των χρωσωμάτων
- Τυχαία ανακατανομή γενετικών πληροφοριών σε απογόνους
- Λόγω χιασματυπίας, ανασυνδυάζονται οι γενετικές πληροφορίες

Γενετικός Ανασυνδυασμός & Μείωση



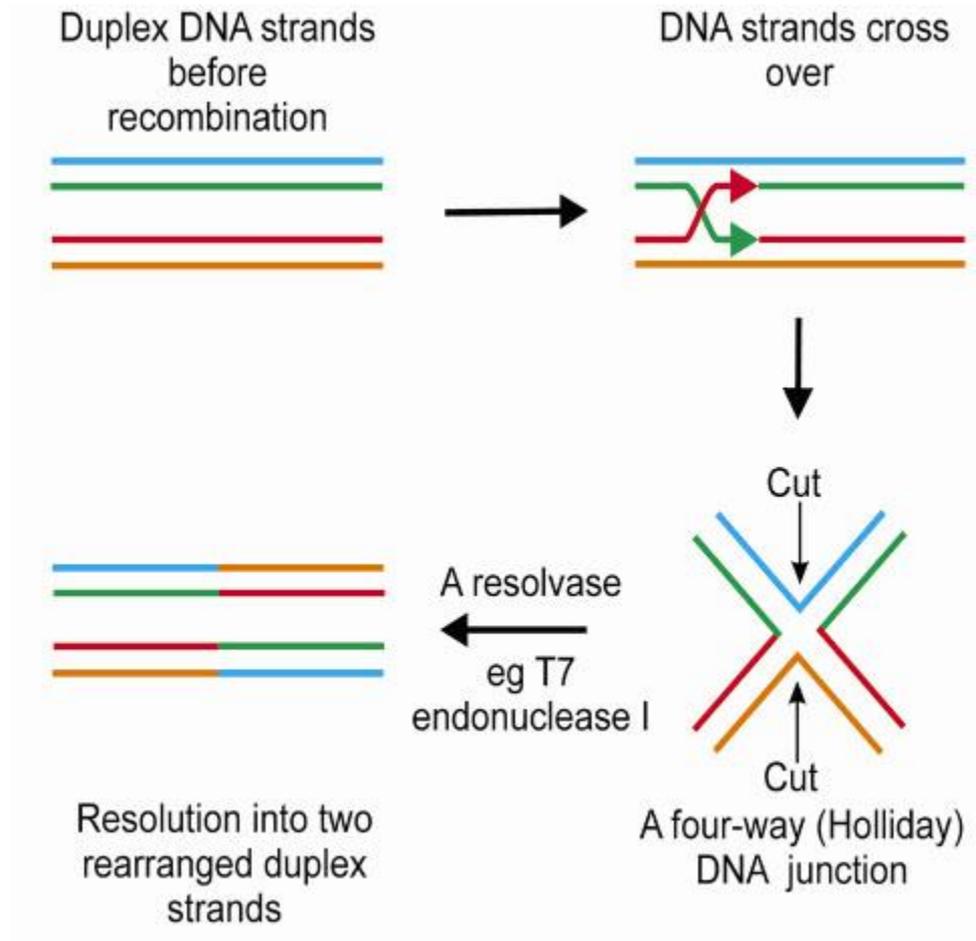
Συνδεδεμένα γονίδια διαχωρίζονται με
τον Ανασυνδυασμό κατά τη Σύναψη

Γενετικός Ανασυνδυασμός & Μείωση



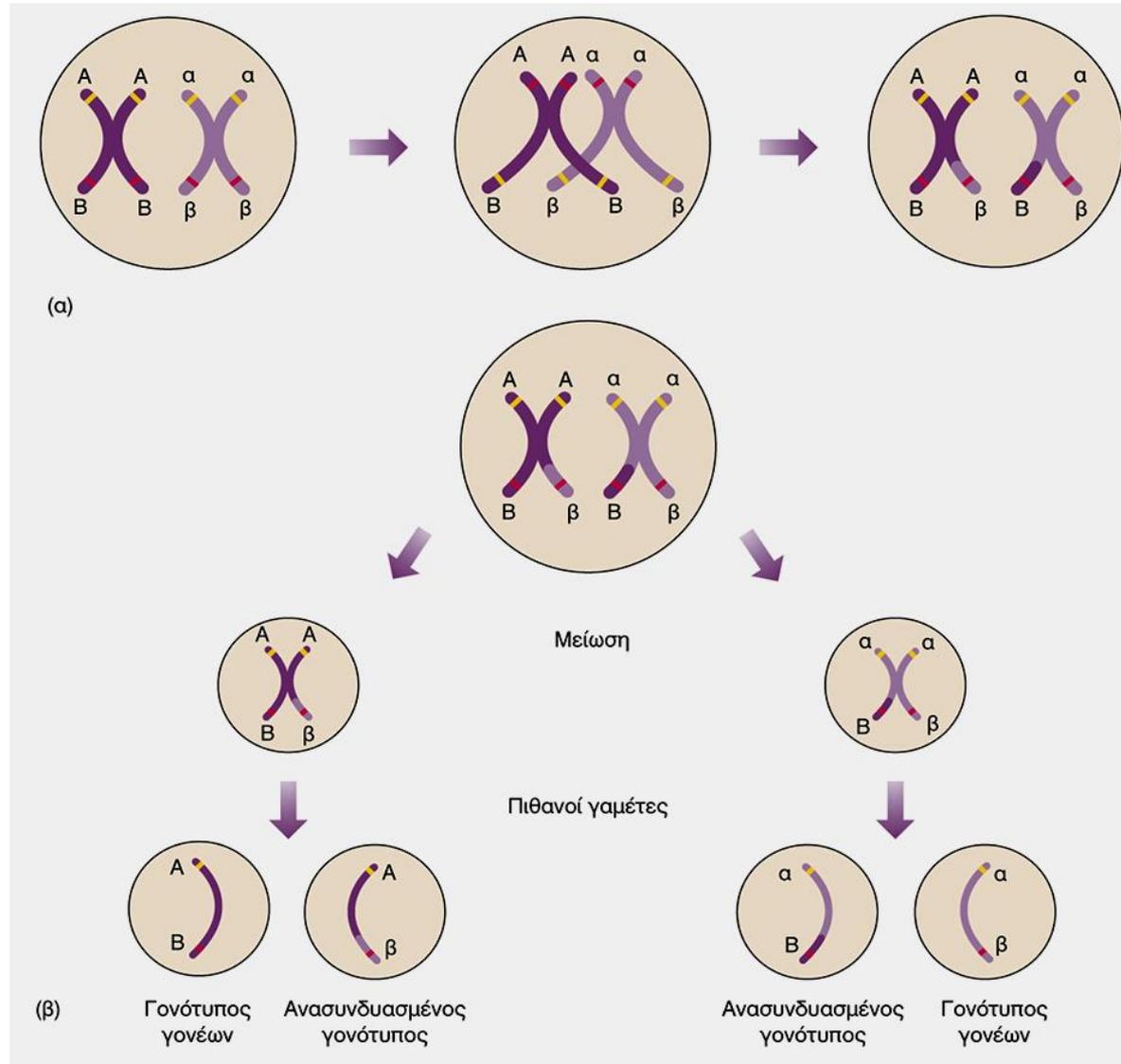
Συνδεδεμένα γονίδια διαχωρίζονται με τον
Ανασυνδυασμό κατά τη Σύναψη

Γενετικός Ανασυνδυασμός & Μείωση

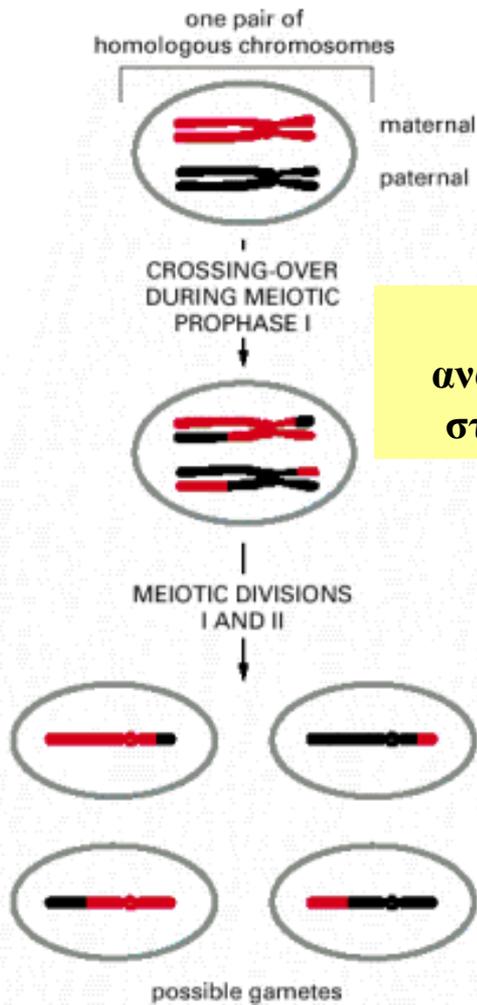


Συνδεδεμένα γονίδια διαχωρίζονται με τον
Ανασυνδυασμό κατά τη Σύναψη

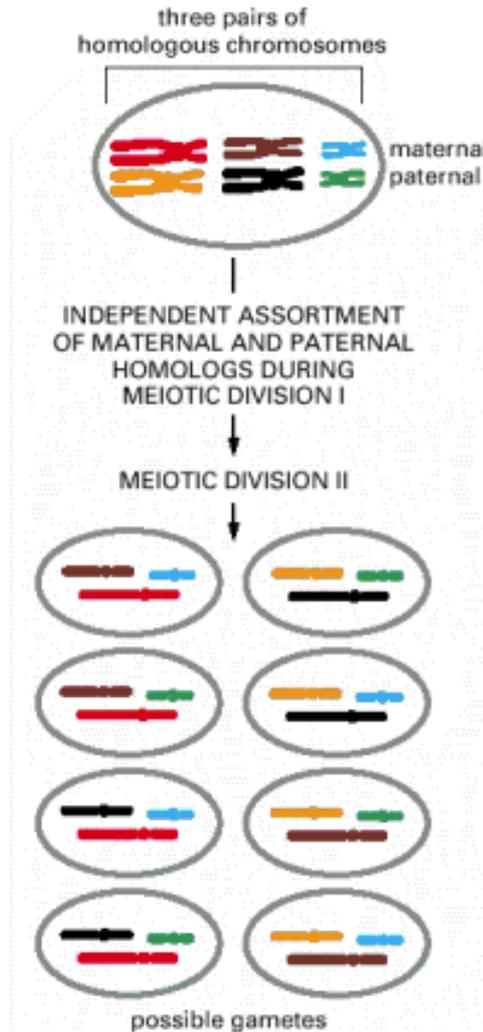
Γενετικός Ανασυνδυασμός & Μείωση



Η Μείωση I αυξάνει τη γενετική ποικιλότητα με δύο τρόπους



Ομόλογος ανασυνδυασμός στη Μείωση I



Τυχαία κατανομή πατρικών & μητρικών χρωμοσωμάτων στους πόλους στη Μείωση I

Μίτωση - Μείωση

- Φάσεις μίτωσης και κυριότερα γεγονότα σε κάθε φάση (επιγραμματικά)
- Κεντροσωμάτιο (δομή, ρόλοι, διπλασιασμός)
- Δομή μιτωτικής ατράκτου & κατηγορίες μικροσωληνίσκων ατράκτου
- Τι διασπά την πυρηνική μεμβράνη και πότε ανασυγκροτείται
- Κοεζίνες και κοντενσίνες
- Ρόλος κινητοχώρων
- Γεγονότα που χαρακτηρίζουν την ανάφαση Α και Β
- Συσταλτικός δακτύλιος
- Διαφορές μίτωσης και μείωσης
- Με ποιους τρόπους η μείωση αυξάνει τη γενετική ποικιλότητα