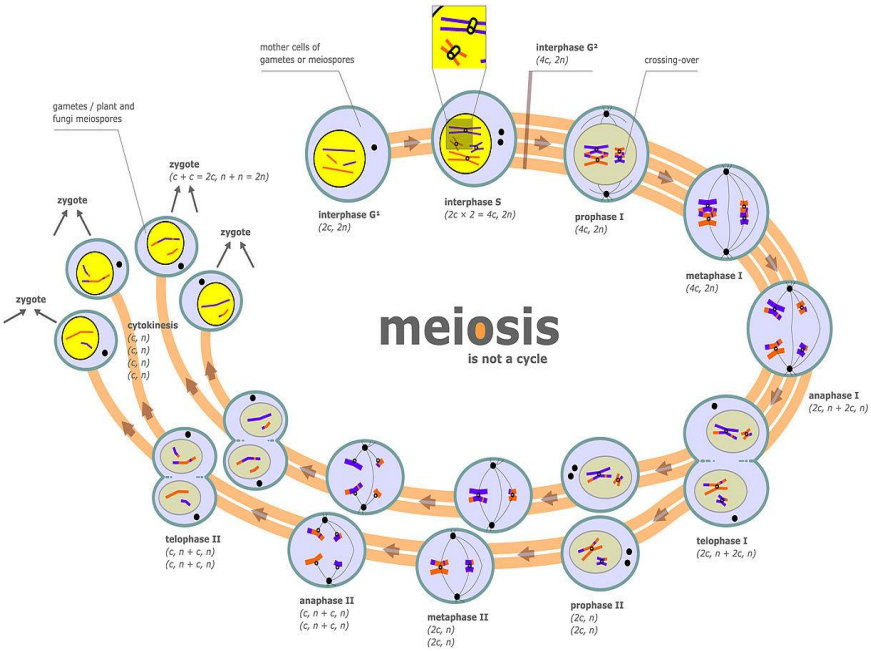
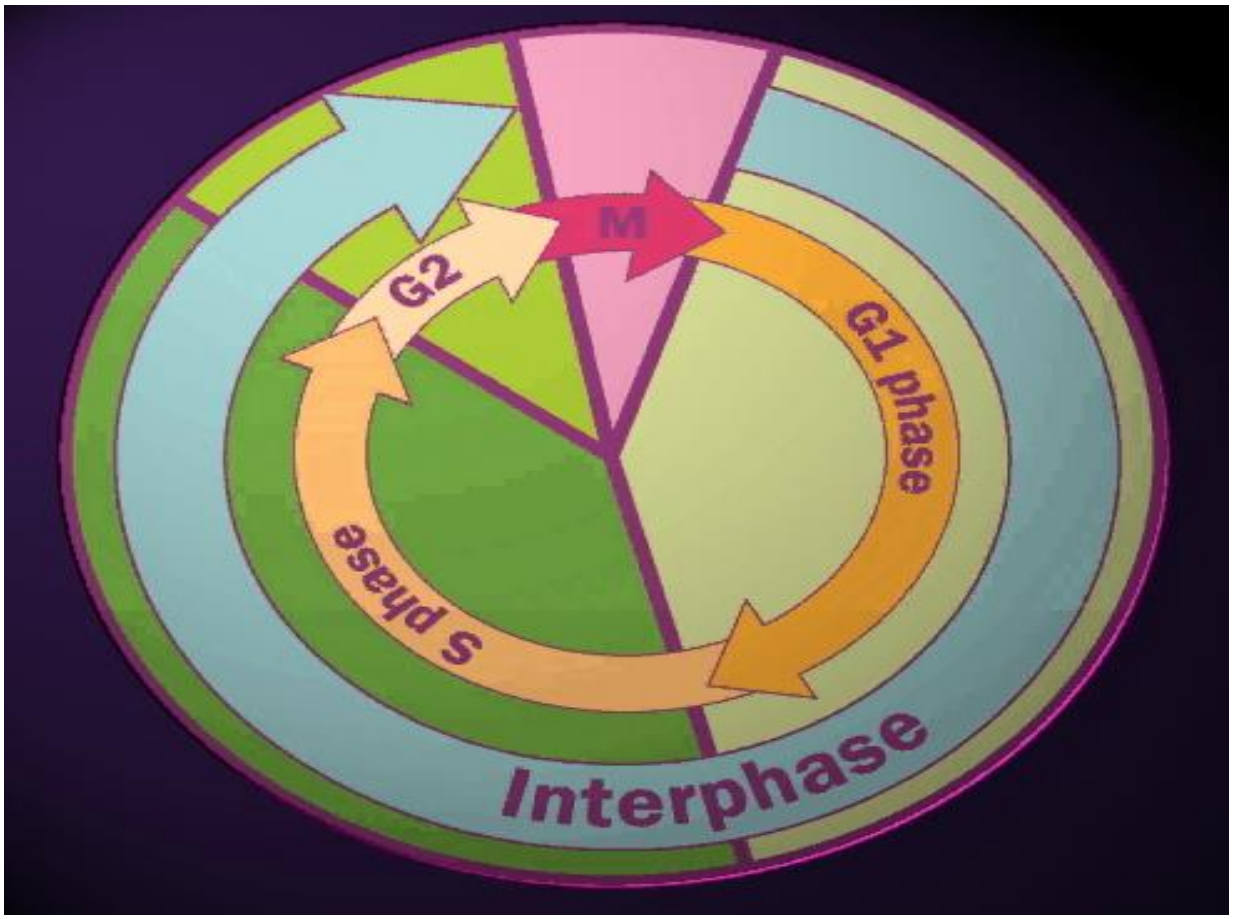


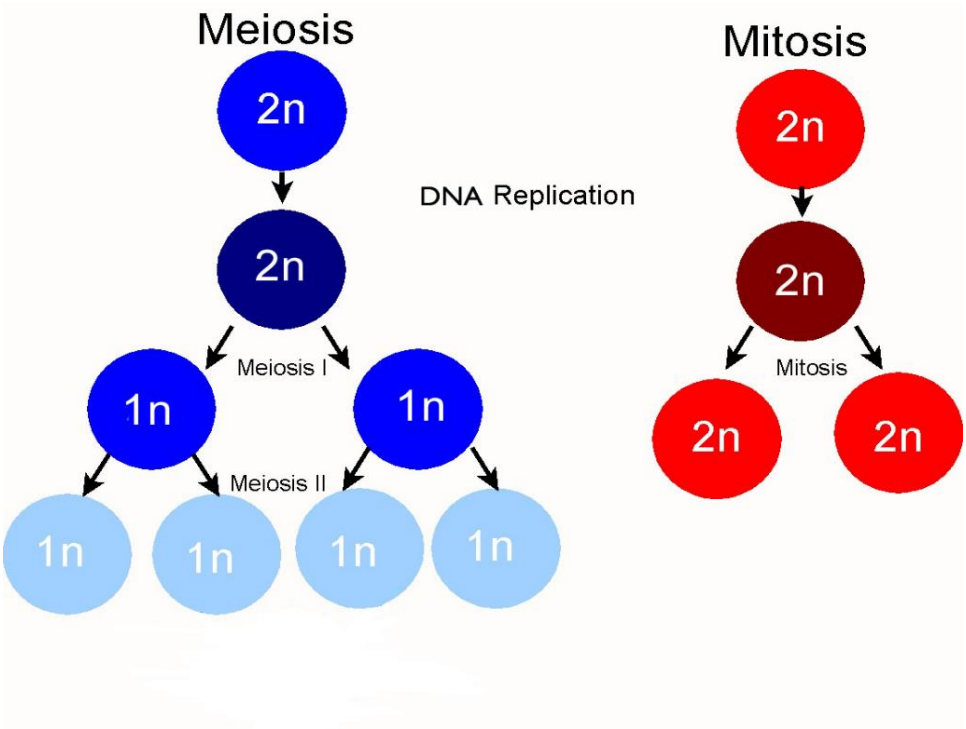
الإنقسام الميوزي

الفصل الخامس

دورة الخلية



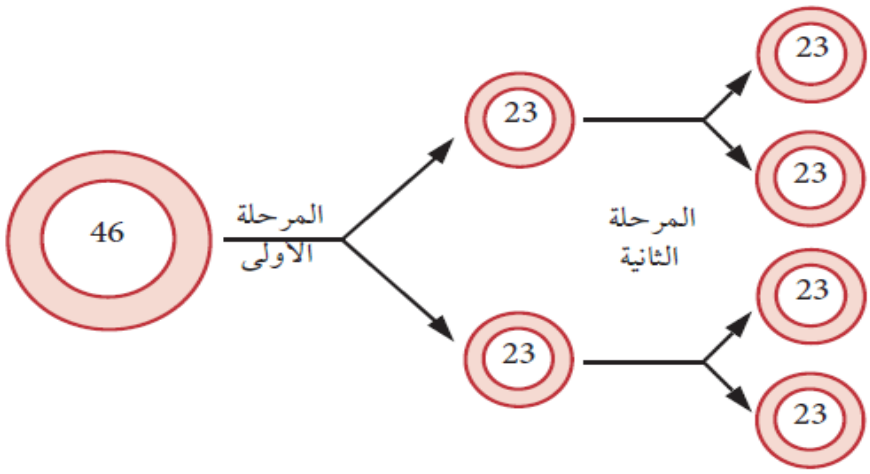
- الإنقسام الميتوزي هو انقسام تكافؤي
(الخلية الأم = الخلايا الناتجة من حيث عدد المجموعات الكروموسومية 2N).
- ولكن الكائنات التي تتكاثر جنسياً تحتاج الى انقسام اختزالي لتكوين أمشاج بنصف عدد المجموعات الكروموسومية (N)، حتى تلتحم تلك الأمشاج في عملية التزاوج الجنسي لتكوين خلية تحتوي على العدد الكامل الأصلي للمجموعات الكروموسومية (2N) في الكائن الحي.
- وهنا يأتي دور الإنقسام الميوزي Meiosis، وهو انقسام اختزالي ينتج 4 خلايا تحتوي على نصف عدد المجموعات الكروموسومية.



الأهمية الوراثية للإنقسام الميوزي

1. الحفاظ على النوع عن طريق حدوث إختزال لعدد الكروموسومات وتكوين خلايا أحادية (الجاميطات) حاملة لنصف العدد الكروموسومي وعند حدوث إتحاد جاميطي يتكون فرد جديد يحتوي على نفس العدد الممثل للنوع.

2. توفير مصدر إضافي للتباين الوراثي من خلال العبور الوراثي الذي يؤدي إلي إختلافات وراثية داخل النوع.



مراحل الإنقسام الميوزي - MEIOSIS

- يتم الإنقسام الميوزي على مرحلتين:

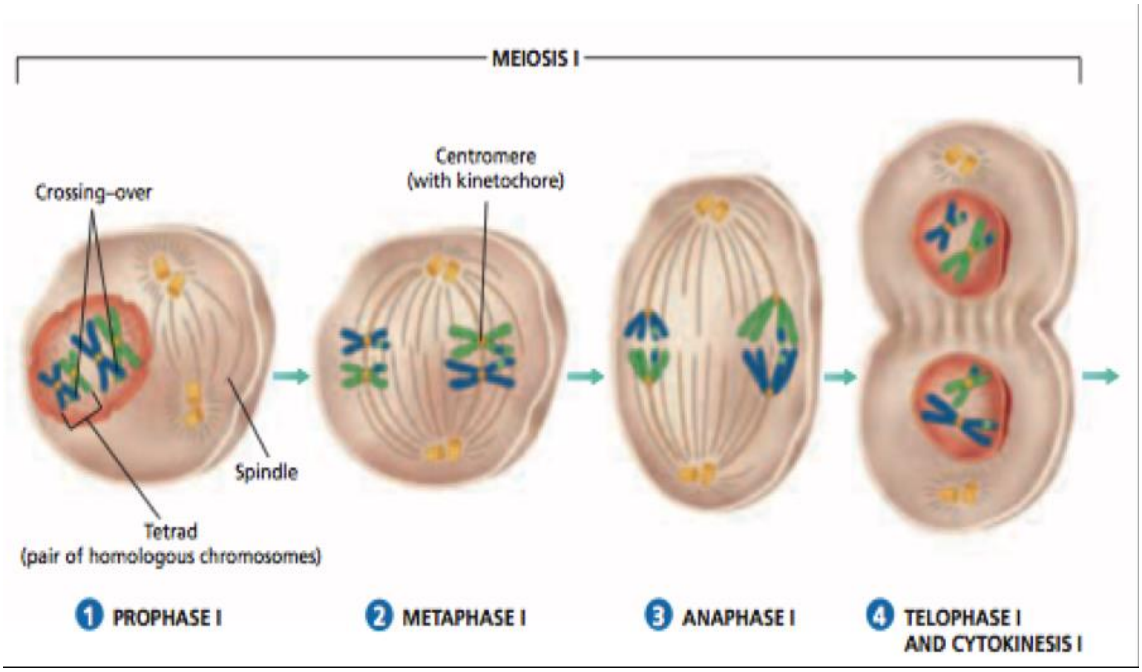
الإنقسام الميوزي الأول

1) **الطور التمهيدي الأول**
   1. الطور القلادي
   2. الطور التزاوجي
   3. الطور الضام
   4. الطور الإنفراجي
   5. الطور التشتتي
2) **الطور الإستوائي الأول**
3) **الطور الإنفصالي الأول**
4) **الطور النهائي الأول**

الإنقسام الميوزي الثاني

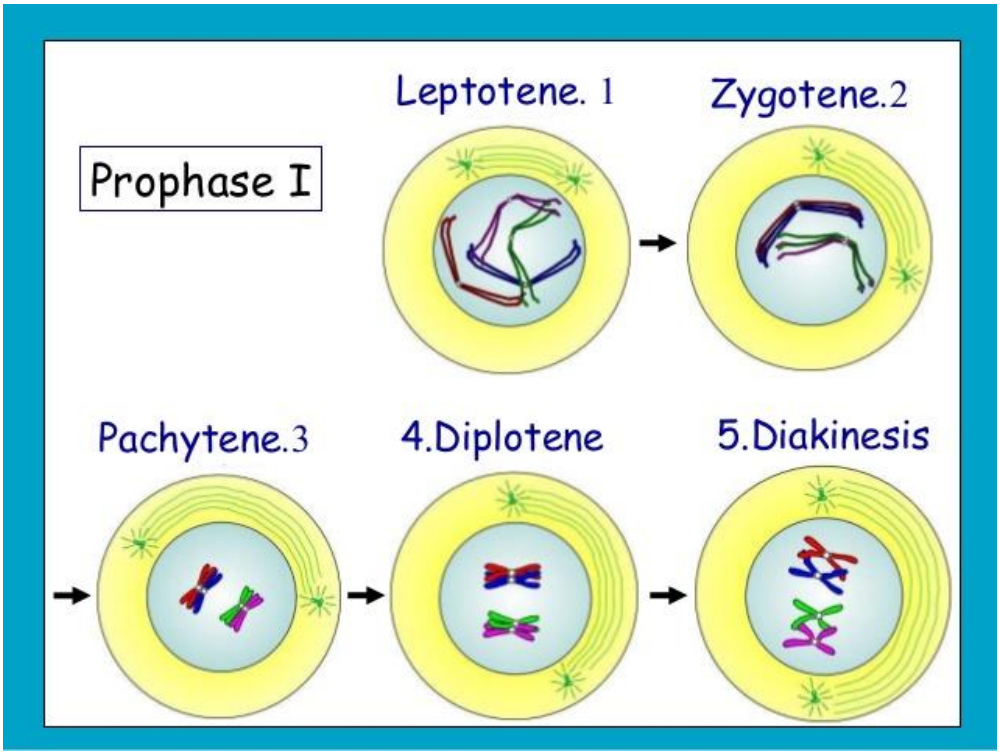
1) **الطور التمهيدي الثاني**
2) **الطور الإستوائي الثاني**
3) **الطور الإنفصالي الثاني**
4) **الطور النهائي الثاني**
5) طور الرباعيات

MEIOSIS I - الإنقسام الميوزي الأول



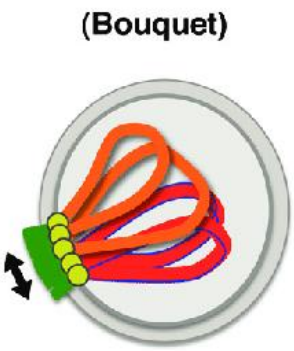
PROPHASE I - الطور التمهيدي الأول

- لأن الطور التمهيدي الأول هو طور معقد يحدث فيه الكثير من التغيرات السريعة، تم تقسيمه الى عدة أطوار فرعية.



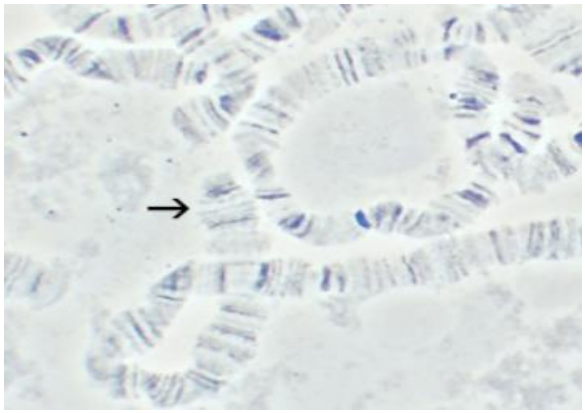
LEPTOTENE الطور القلادي

- تشبه المرحلة المبكرة في الطور التمهيدي للإنقسام الميتوزي حيث تتميز الكروموسومات بأنها رفيعة وطويلة وغير محلزنة ، وتظهر الكروموسومات مرتبطة عند مناطق معينة من الغشاء النووي بالقرب من تواجد الجسم المركزي (Centrosome) وتسمي هذه الظاهرة بمرحلة البوكيه (bouquet stage).



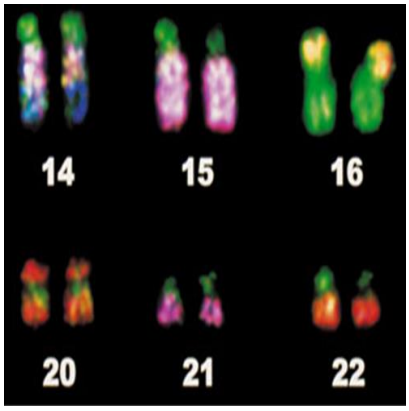
- زيادة حجم النوية نتيجة لزيادة نشاط الخلية في تخليق البروتين.

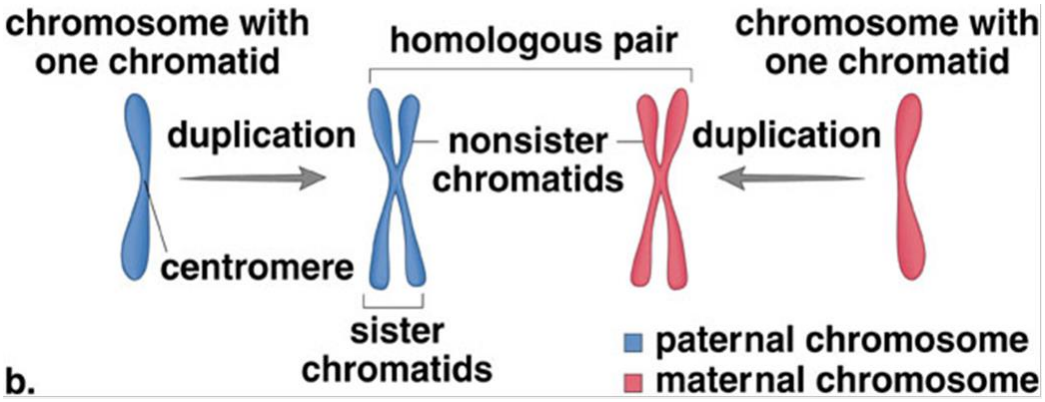
- ظهور الكروموميرات (Chromomeres) علي طول الكروموسوم.



ZYGOTENE الطور التزاوجي

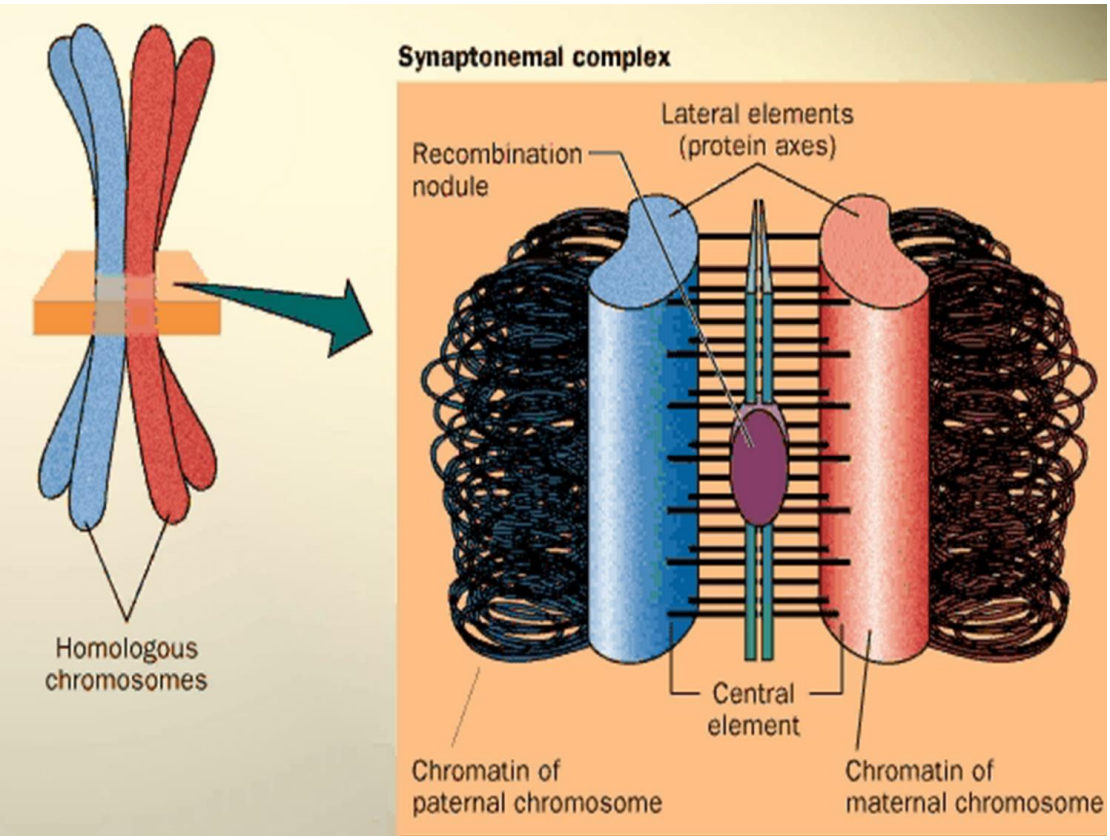
- زيادة حلزنة الكروموسومات مما يؤدي إلي زيادة السمك والوضوح وقصر الكروموسومات.
- حدوث عملية التزاوج أو الإقتران Pairing بين الكروموسومين النظيرين (homologous chromosomes) عن طريق تكوين **معقد الإقتران** Synaptonemal complex



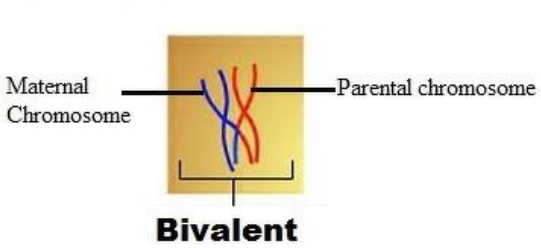


معقد الاقتران **يتكون من**:

1. عنصران جانبيان Lateral elements والذي يتكون من DNA+RNA+protein
2. تركيب وسطي Central element ويتكون من RNA+Protein
3. ألياف عرضية transverse filaments والتي تربط بين العنصران الجانبيان والعنصر الوسطي وهي عبارة عن خيوط كروماتينية رفيعة.



- يبدأ تكوين معقد الإقتران عند أطراف الكروموسومات ويمتد علي طول الكروموسوم مكوناً الوحدة الثنائية Bivalent وهي عبارة عن إرتباط الكروموسومين النظيرين معا بمعقد الإقتران وتتكون الوحدة الثنائية من 2 كروموسوم (4 كروماتيدات).



ويطلق علي الكروموسومات أنهما نظيران إذا **تشابها في**:

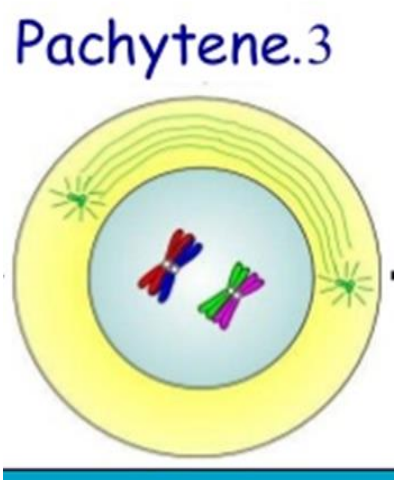
1. عدد ومواقع الجينات.
2. مناطق الهيتروكروماتين واليوكروماتين.
3. الطول.

- ولكنهما **يختلفان** فقط في مدي التعبير الجيني (إحدهما سائد والاخر متنحي)

- يحدث في هذه المرحلة إختزال ظاهري لعدد الكروموسومات نتيجة لتكوين الوحدات الثنائية (تظهر الوحدة الثنائية كأنها كروموسوم واحد فقط).



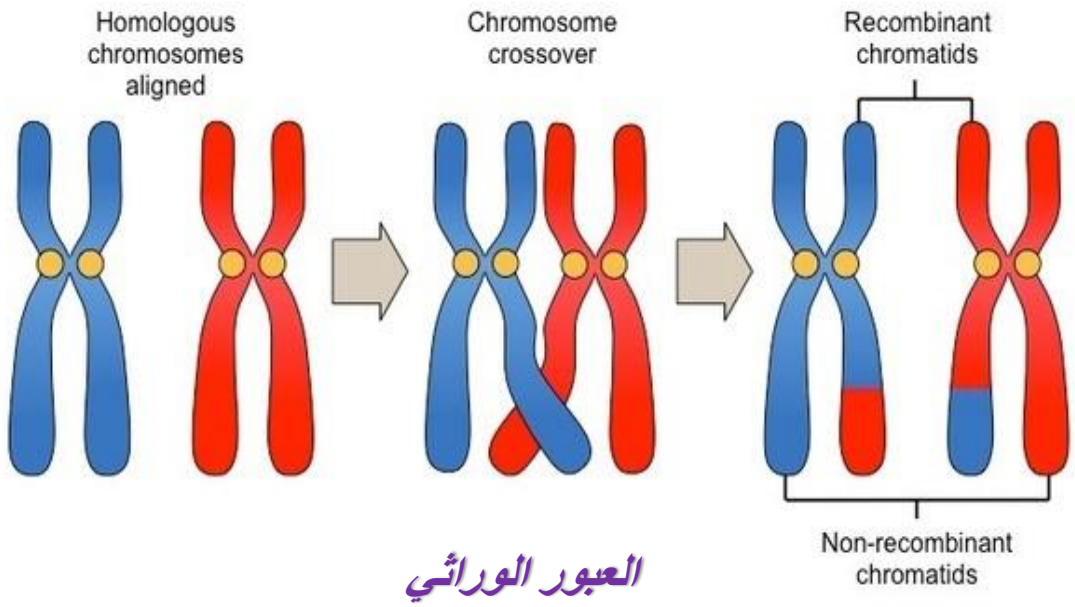
PACHYTENE الطور الضام



- تزداد حلزنة الكروموسومات مما يؤدي إلي قصر الطول وزيادة السمك والوضوح.
- إكتمال عملية التزاوج Synapsis بين الكروموسومات الشقيقة.
- تظهر النوية واضحة ومرتبطة بمنطقة المنظم النووي. **Nucleolus organizer regions** (NORs)
- حدوث عملية **العبور الوراثي Crossing over** وهو حدوث تبادل مادي بين أجزاء الكروماتيدات اللاشقيقة للكروموسومين النظيرين.

خصائص العبور الوراثي:

1. حدوث تبادل مادي بين الكروماتيدات اللاشقيقة.
2. غالباً يحدث عبور بين 2 كروماتيدة من 4 كروماتيدات وبالتالي لا تزيد نسبة العبور الوراثي عن 50%.
3. من الممكن حدوث أكثر من عبور واحد في نفس الوحدة الكروموسومية الثنائية وبذلك من الممكن الحصول على عبور مزدوج double cross-over او عبور متعدد multiple cross-over (أكثر من اثنين).



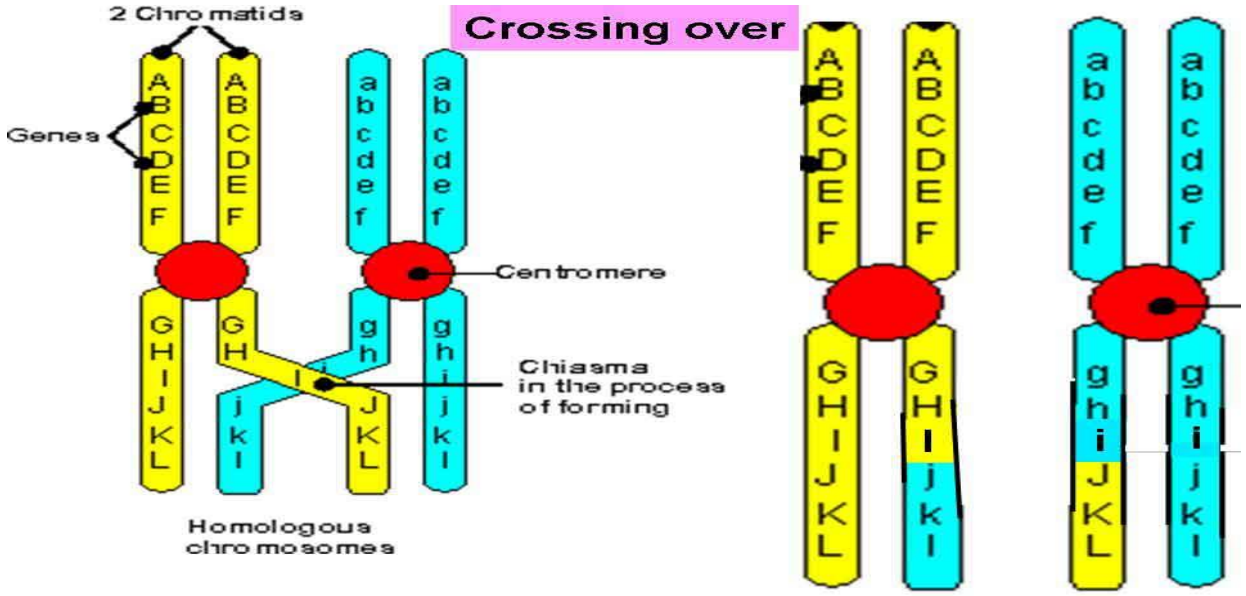
العبور الوراثي

- **الدليل الوراثي لحدوث العبور الوراثي:**

ظهور صفات جديدة في الأفراد.

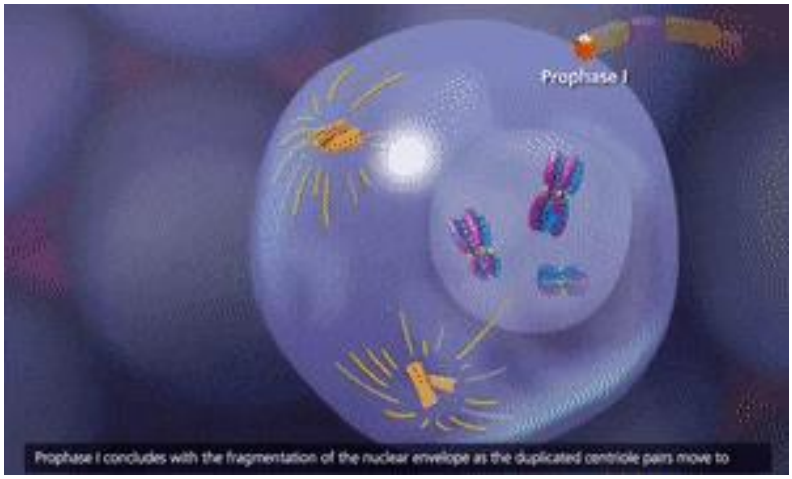
- **الدليل السيتولوجي لحدوث العبور الوراثي:**

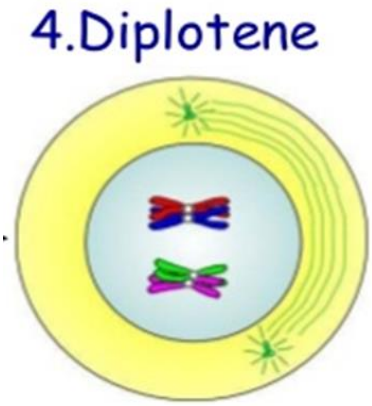
تكوين التقاطعات الصليبية (الكيازمات Chiasma) والتي يمكن ملاحظتها بوضوح في الطور الإنفراجي ولا يمكن ملاحظتها في الطور الضام لوجود معقد الإقتران في صورة كاملة بين الكروموسومات.



DIPLOTENE الطور الإنفراجي

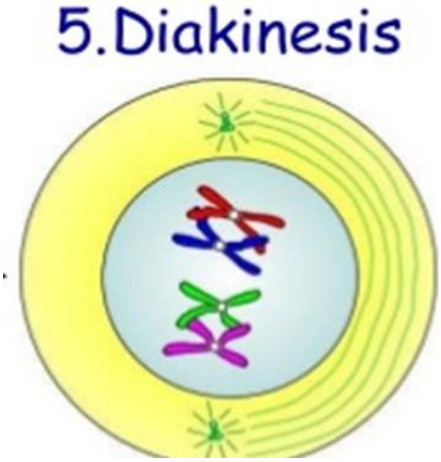
- زيادة حلزنة الكروموسومات فتزداد في السمك والوضوح.
- حدوث تباعد أو تنافر بين الكروموسومات الشقيقة فيما عدا أماكن تواجد الكيازمات مما يؤدي إلي إختفاء معقد الإقتران.
- حدوث الإنزلاق الطرفي للكيازمات Terminalization حيث يحدث تحرك للكيازمات علي طول الكروموسومين إلي الأطراف مما يؤدي إلي إختزال عدد الكيازمات في الوحدة الثنائية.
- يبدأ إختفاء الغشاء النووي والنوية.
- يحدث العبور الوراثي في **الطور الضام** ويلاحظ في **الطور الإنفراجي** لان في الطور الضام معقد الإقتران لا يتيح ظهور الكيازمات بينما يختفي المعقد في الطور الإنفراجي فنستطيع مشاهدة الكيازمات.





DIAKINESIS الطور التشتتي

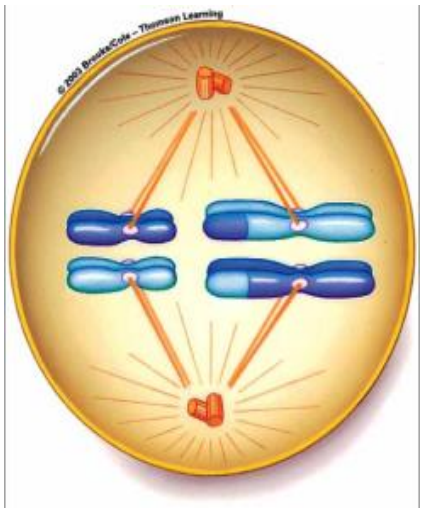
- زيادة وضوح الوحدات الثنائية.
- إختفاء الغشاء النووي والنوية.
- تتحرك الوحدات الثنائية وتظهر مشتتة بالقرب من الغشاء النووي.
- ظهور مادة مغلفة لأطراف الوحدات الثنائية لحمايتها من الإنزيمات الهاضمة ومن الإندماج.

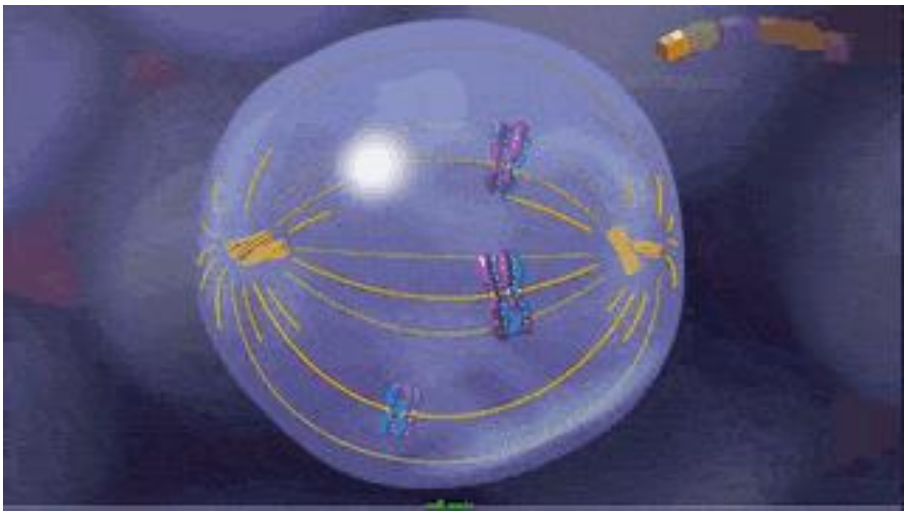


METAPHASE I - الطور الاستوائي الأول

- يبدأ تكوين خيوط المغزل نوع يصل من قطب لاخر ونوع يصل من القطب للكروموسوم.

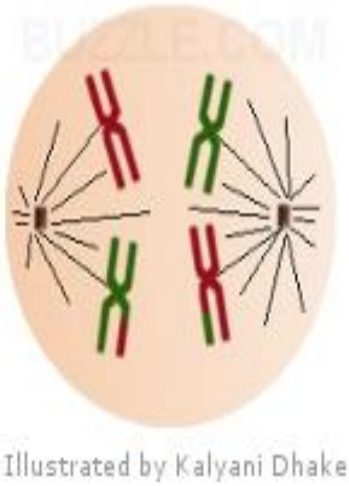
- يبدأ اصطفاف وترتيب الوحدات الثنائية علي خط إستواء الخلية بحيث تكون أطراف الكروموسومات علي خط إستواء الخلية والسنترومیرات متجهة ناحية الأقطاب

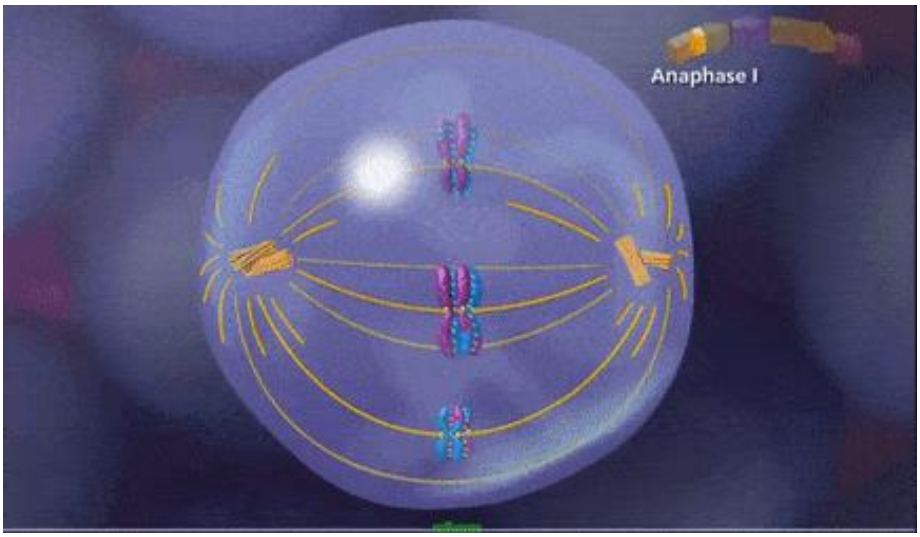




ANAPHASE I - الطور الانفصالي الأول

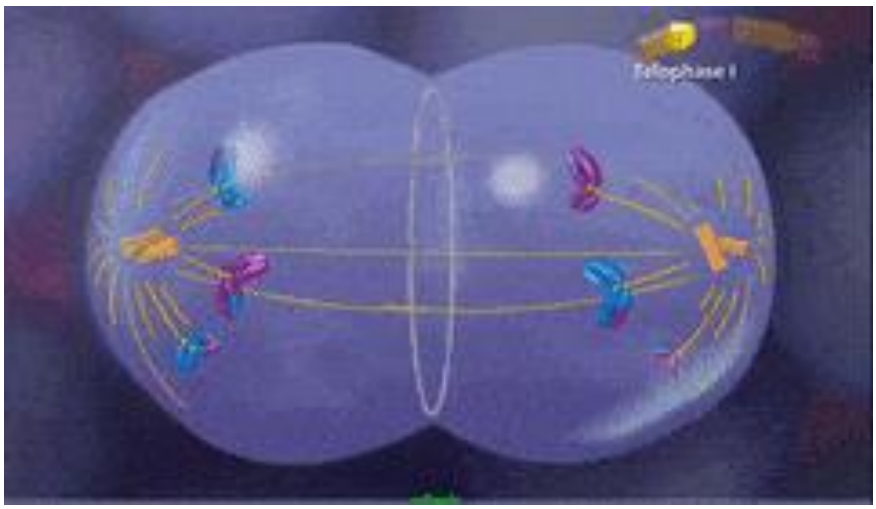
- يحدث إستطالة لخيوط المغزل الواصلة بين الأقطاب في حين تنكمش خيوط المغزل الواصلة ما بين القطب والكروموسوم.
- هذه الحركة الثنائية السريعة تؤدي لإنفصال الوحدات الثنائية وبالتالي يحدث إختزال للعدد الكروموسومي من 2N إلي N وكمية المادة الوراثية من 4C إلي 2C.

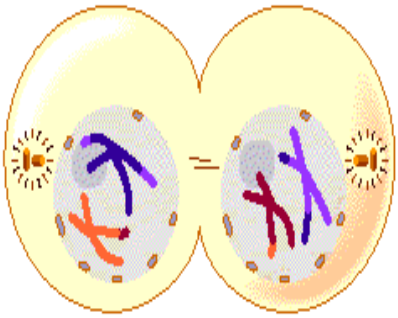




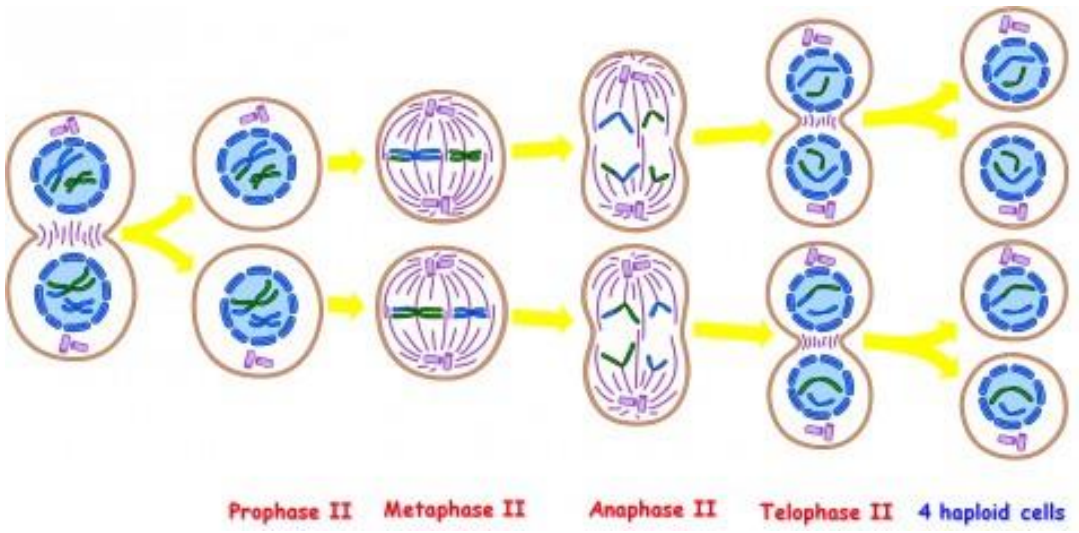
TELOPHASE I - الطور النهائي الأول

- يحدث فك للحلزنة في بعض المناطق مما يؤدي إلي زيادة الطول وقلة السمك والوضوح.
- ظهور الغشاء النووي والنوية.
- نلاحظ عدم حدوث إنقسام سيتوبلازمي Cytokinesis في الخلايا الحيوانية والخلية النباتية وحيدة الفلقة Monocotyledon وحدوث إنقسام سيتوبلازمي في الخلايا النباتية ثنائية الفلقة Dicotyledon.
- قد تدخل الخلية إختياريا في دورة الخلية حتي تتزود بالطاقة والإنزيمات ولكن لا يحدث تناسخ للمادة الوراثية مرة أخرى (Interphase II / Interkinesis).



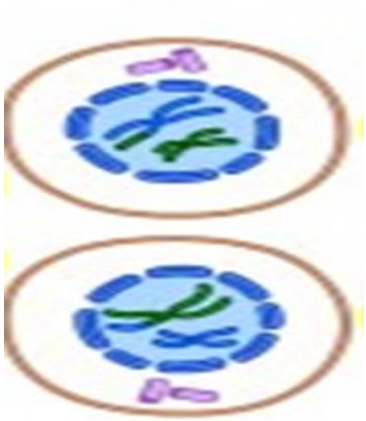


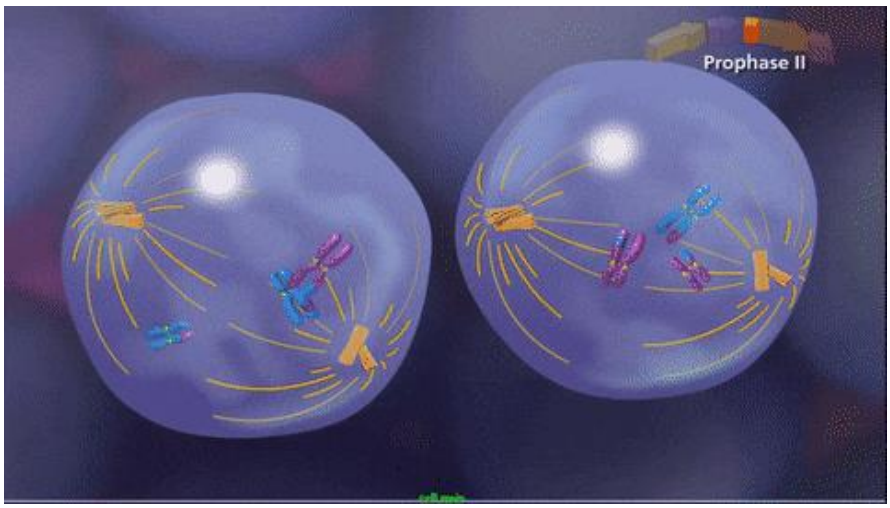
MEIOSIS II - الإنقسام الميوزي الثانـي



PROPHASE II - الطور التمهيدي الثاني

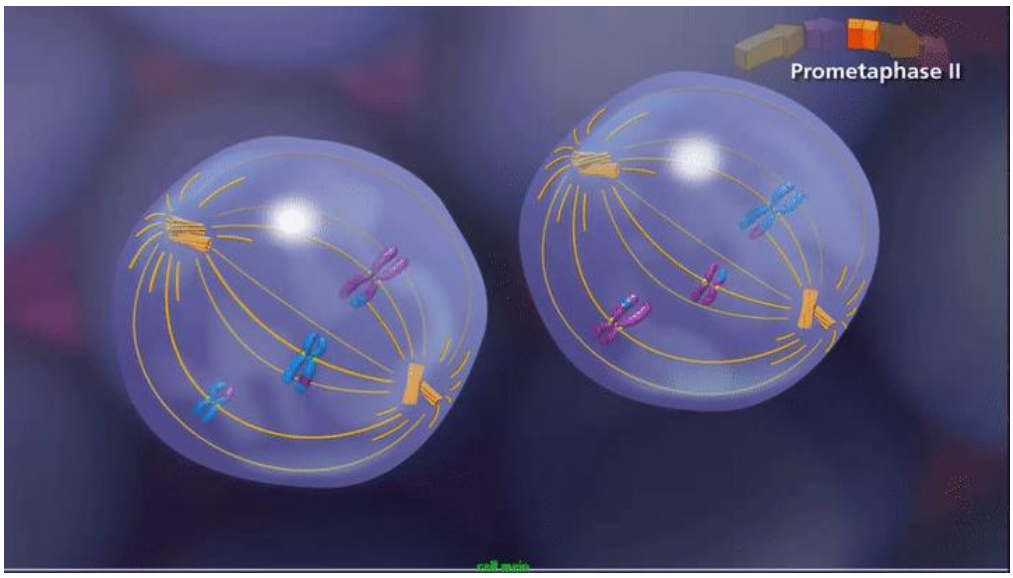
- زيادة حلزنة الكروموسومات المتناسخة مما يؤدي إلي القصر وزيادة السمك وبالتالي زيادة في الوضوح.
- إختفاء تدريجي للغشاء النووي والنوية.
- بداية ظهور خيوط المغزل.

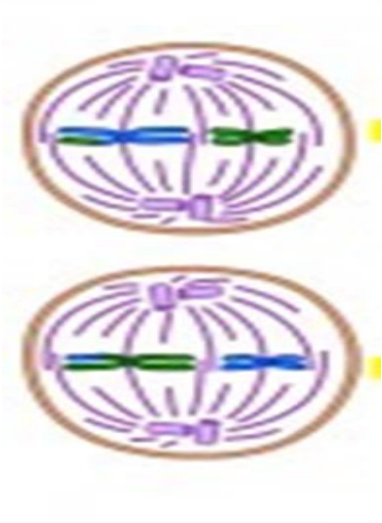




الطور الإستوائي الثاني -
METAPHASE II

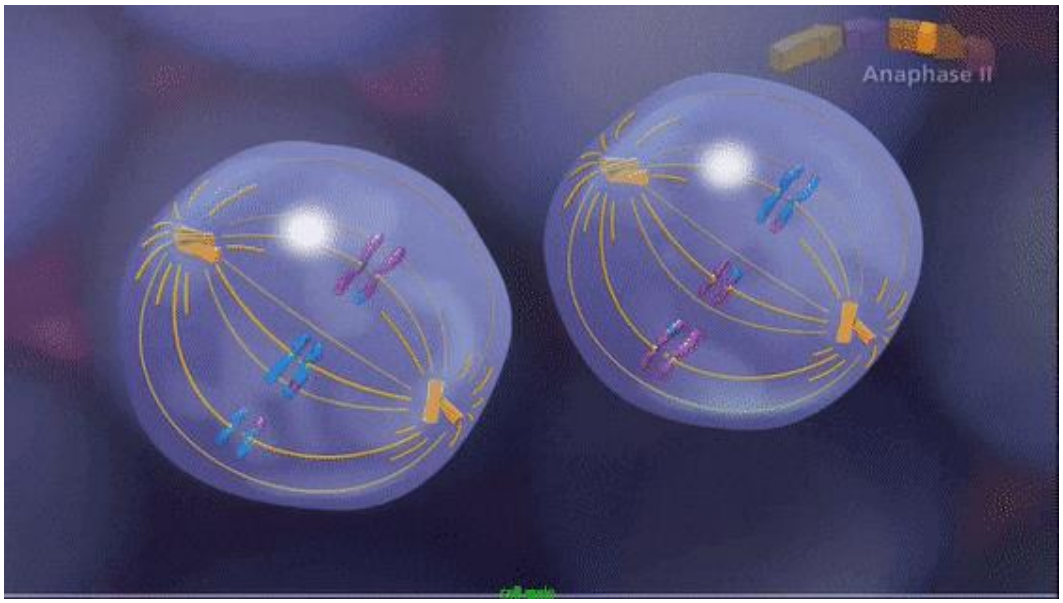
- تترتب الكروموسومات علي خط إستواء الخلية بحيث تصبح أطراف الكروماتيدات ناحية الأقطاب والسنترومیرات علي خط إستواء الخلية.





الطور الإنفصالي الثاني - ANAPHASE II

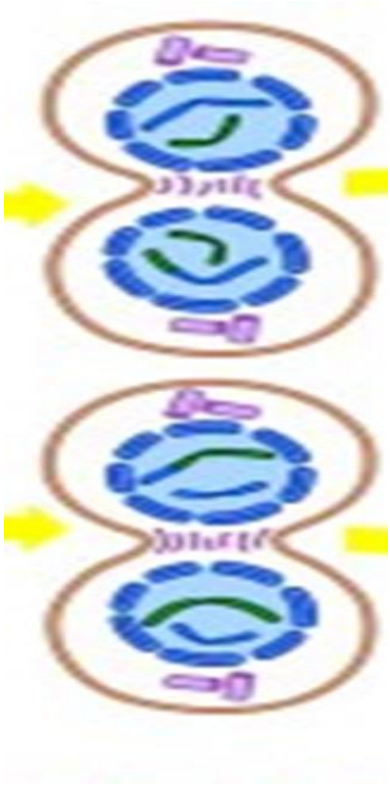
- يحدث إنفصال للكروماتيدات الشقيقة إلي الأقطاب بحيث تحتوي الخلية علي أربع مجاميع كروموسومية أحادية ويحدث إختزال في كمية المادة الوراثية فقط من 2C الى 1C.

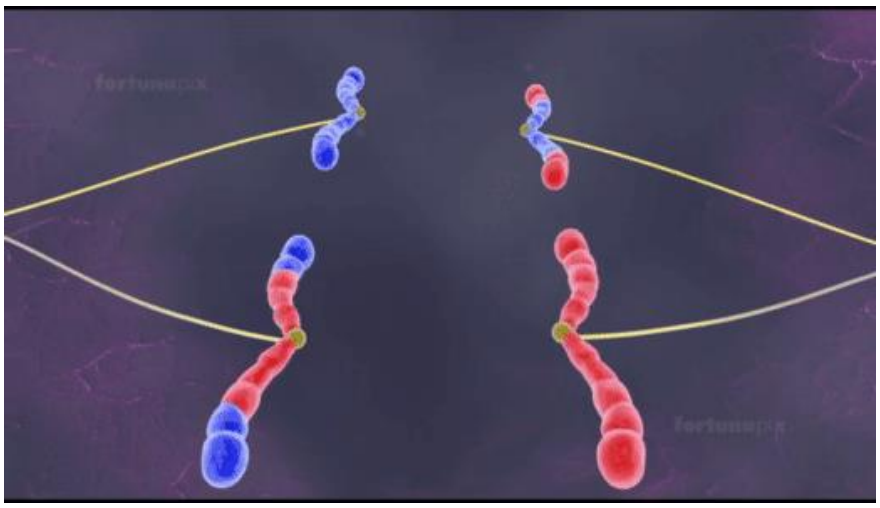




الطور النهائي الثاني - TELOPHASE II

- تتجمع الكروموسومات عند كل قطب ويصاحبها تغيرات حيث يحدث فك للحلزنة وزيادة الطول وقلة السمك والوضوح وظهور الغشاء النووي والنوية.

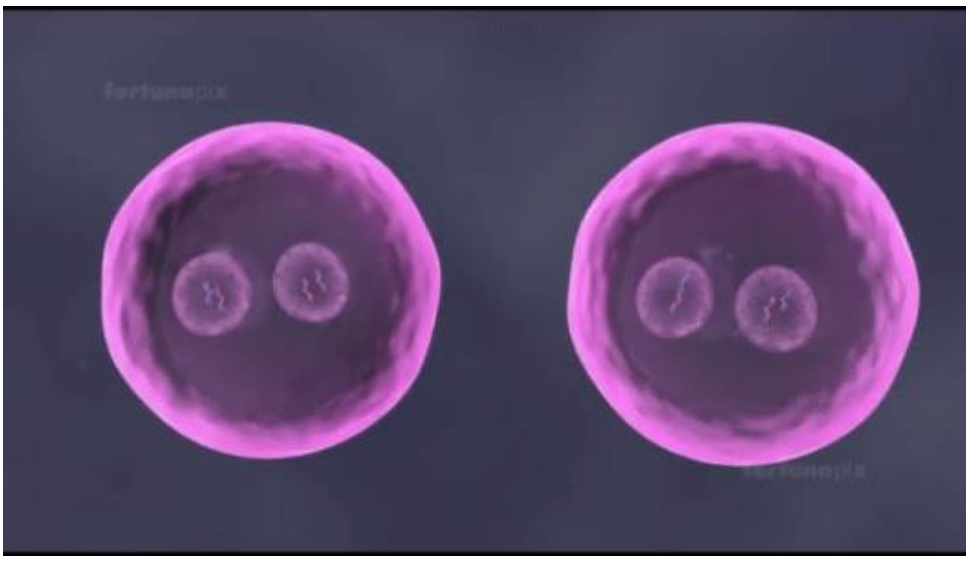


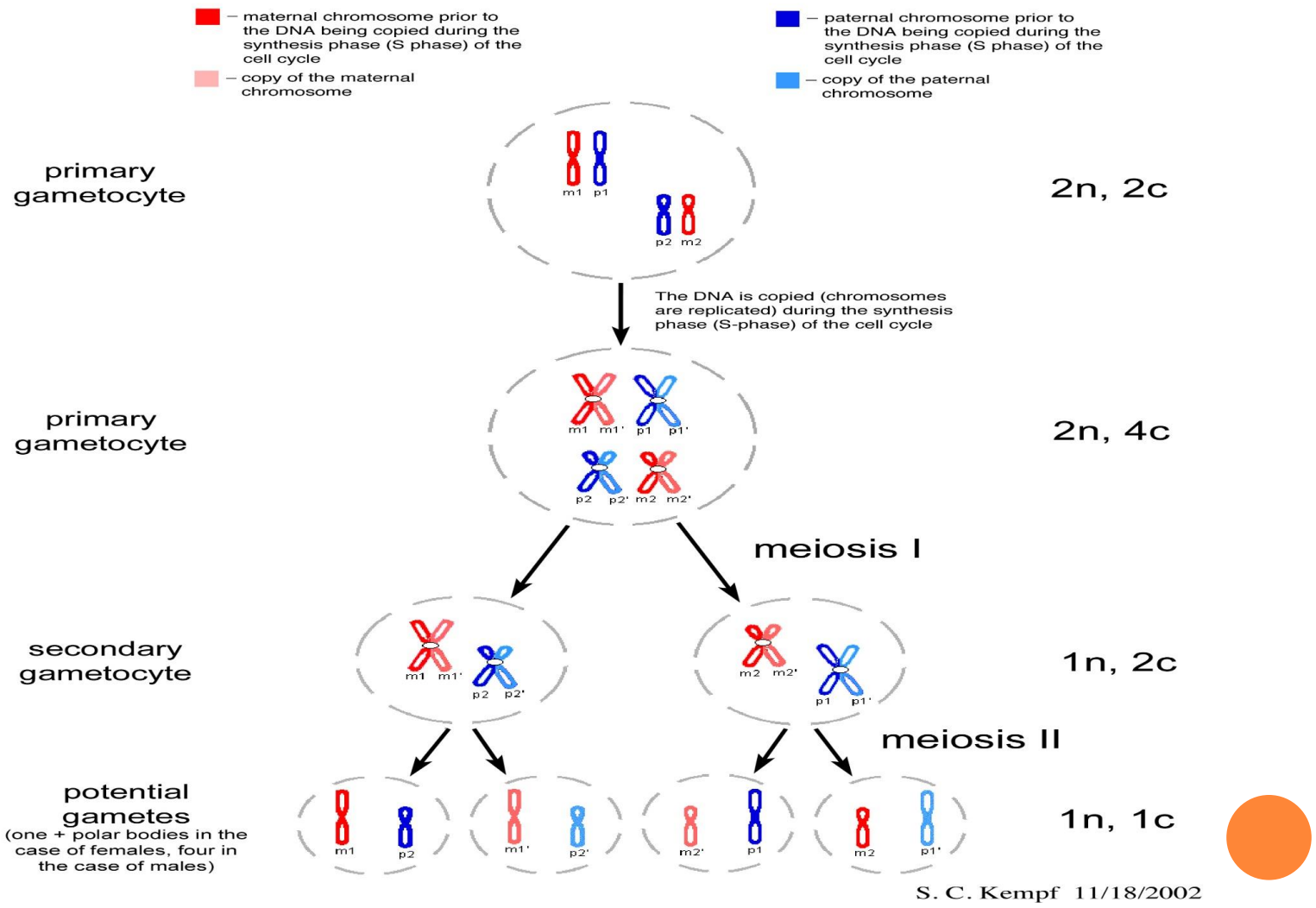


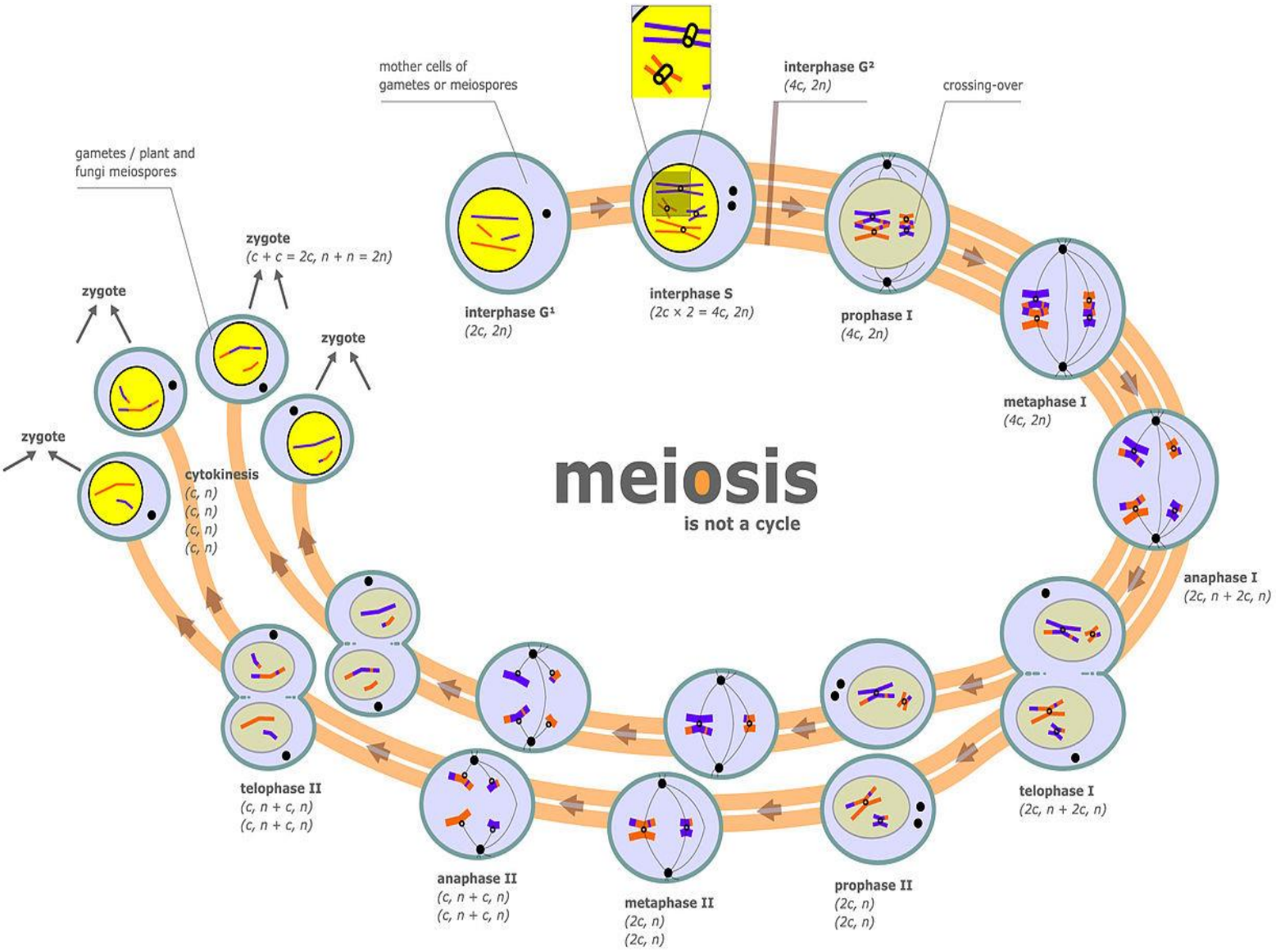
TETRAD STAGE - طور الرباعيات

- يحدث إنقسام سيتوبلازمي cytokinesis مما يؤدي إلي تكوين 4 خلايا مستقلة كل منها تحتوي علي العدد الجاميطي للكروموسومات.

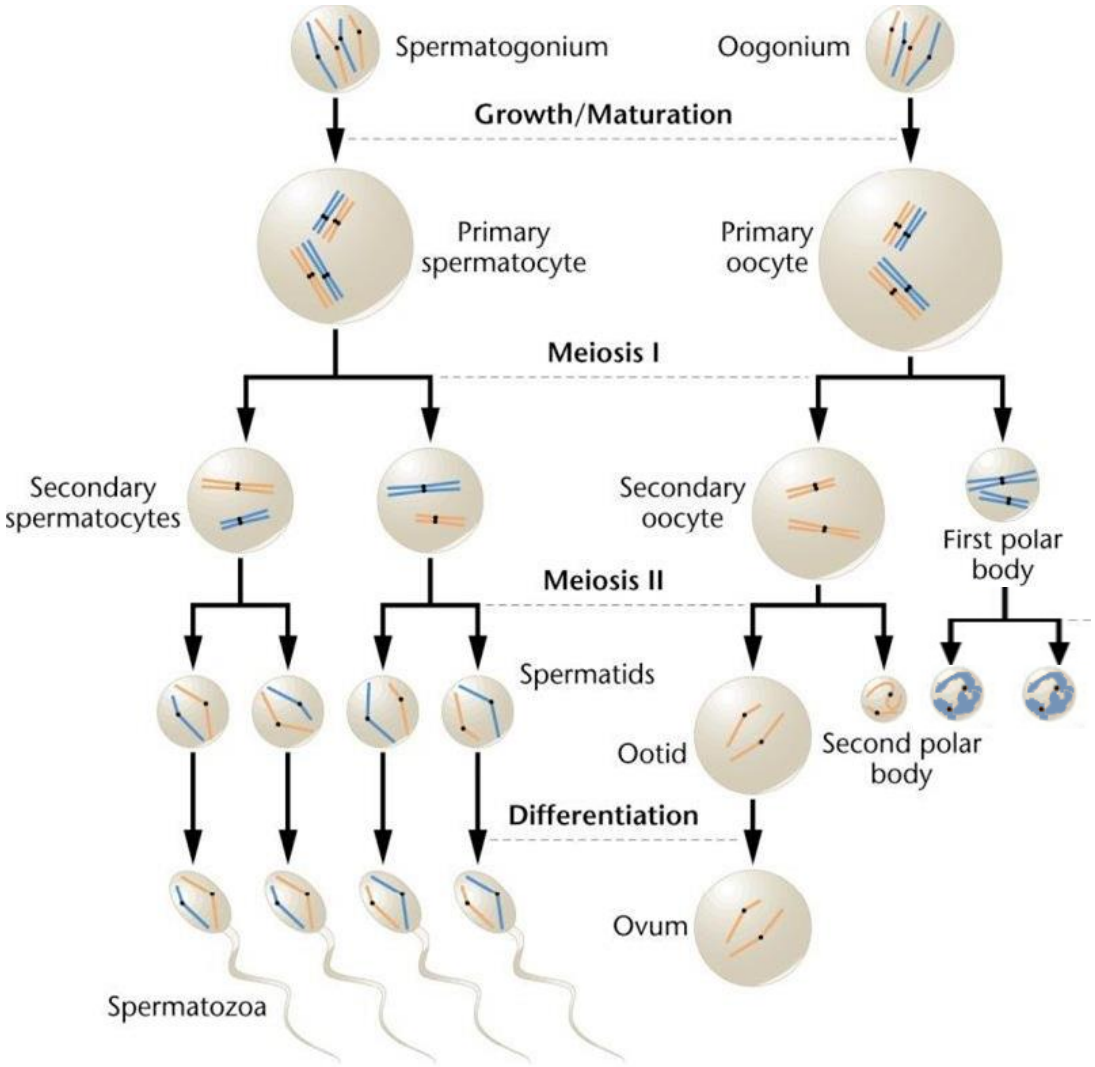





– maternal chromosome prior to the DNA being copied during the synthesis phase (S phase) of the cell cycle
– copy of the maternal chromosome
– paternal chromosome prior to the DNA being copied during the synthesis phase (S phase) of the cell cycle
– copy of the paternal chromosome
primary gametocyte
2n, 2c
m1 p1
p2 m2
The DNA is copied (chromosomes are replicated) during the synthesis phase (S-phase) of the cell cycle
primary gametocyte
2n, 4c
m1 m1' p1 p1'
p2 p2' m2 m2'
meiosis I
secondary gametocyte
1n, 2c
m1 m1' p2 p2'
m2 m2' p1 p1'
meiosis II
potential gametes
(one + polar bodies in the case of females, four in the case of males)
1n, 1c
m1 p2
m1' p2'
m2' p1
m2 p1'
S. C. Kempf 11/18/2002


mother cells of
gametes or meiospores
interphase G²
(4c, 2n)
crossing-over
gametes / plant and
fungi meiospores
zygote
(c + c = 2c, n + n = 2n)
zygote
zygote
zygote
meiosis
is not a cycle
interphase G¹
(2c, 2n)
interphase S
(2c × 2 = 4c, 2n)
prophase I
(4c, 2n)
metaphase I
(4c, 2n)
anaphase I
(2c, n + 2c, n)
telophase I
(2c, n + 2c, n)
prophase II
(2c, n)
(2c, n)
metaphase II
(2c, n)
(2c, n)
anaphase II
(c, n + c, n)
(c, n + c, n)
telophase II
(c, n + c, n)
(c, n + c, n)
cytokinesis
(c, n)
(c, n)
(c, n)
(c, n)

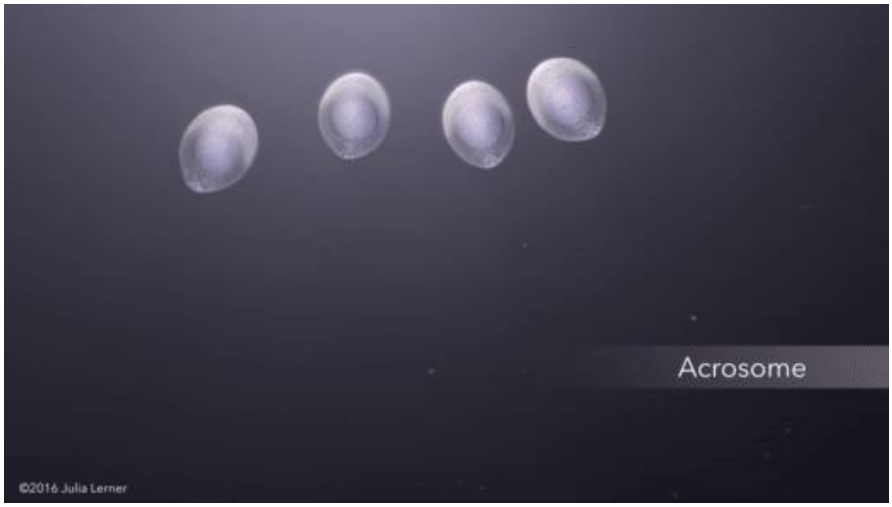
الذكر الأنثى



كيفية تكوين الجاميطات في المملكة الحيوانية

أولا: في الذكر

الخصية (خلايا أسبرمية أمية) 2ن ← خلايا أسبرمية أولية 2ن ← خلية منوية ثانوية ن ← اسبرماتيد ن ← اسبرم ن



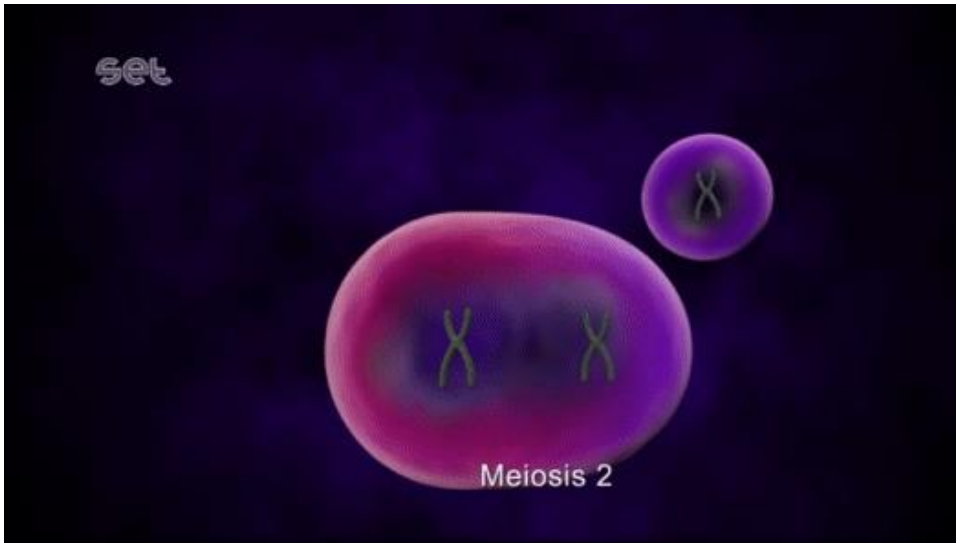
ثانياً: في الأنثي

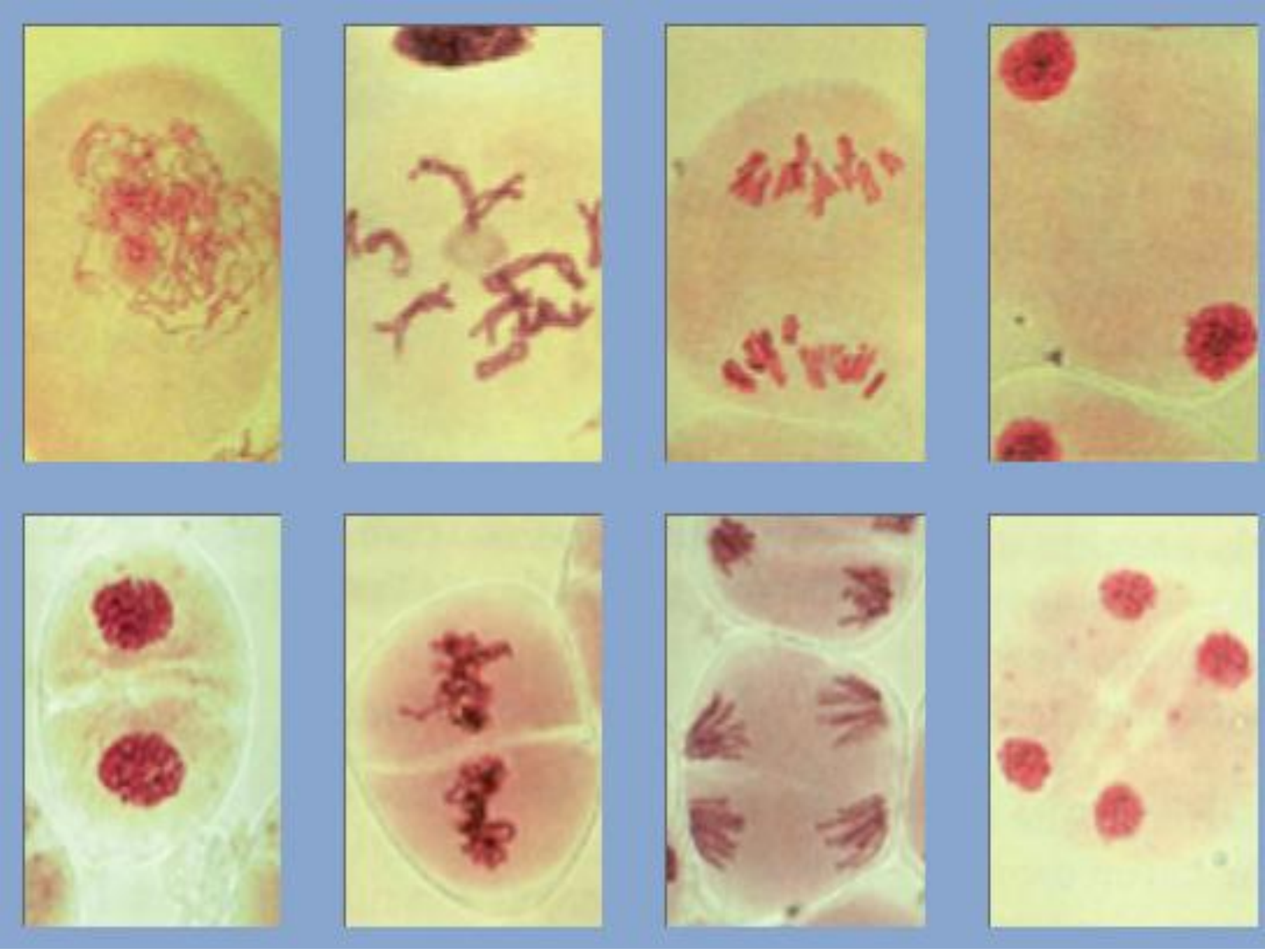
المبيض (خلايا بيضية أمية)
2ن

خلايا بيضية أولية
2ن

خلايا بيضية ثانوية
ن

1 خلية بيضية
+
3 أجسام قطبية
ن





مسائل على الانقسام الميوزي والميتوزي

1) إذا فرضنا أن القيمة c هي الحد الأدنى لكمية المادة الوراثية التي تحمل جميع المعلومات في نوع ما. كم تكون كمية الـ د ن أ (c, 2c , 4c 00الخ) في الوحدات التالية لكائن له العدد الكروموسومي الثنائي 2 ن في نواة البيضة, كروماتيدة شقيقة , ونواة شقيقة عقب الميتوزي , كروموسوم نظير عقب الميتوزي , نواة في بداية الحلزنة الميتوزية ؟

2) في الإنسان ما هو عدد الكروموسومات في خلايا الأعضاء الآتية:

أ- خلايا الجسم ـ الخلايات الاسبرمية الأولية ـ الاسبرماتيدات ـ الأسبرم Sperm ـ البيضة المخصبة ـ الخلية البيضية اولية ـ خلية البيضة Ovum ـ الجسم القطبي Polar ـ الخلية الأبوية الثانوية

ب ـ كم عدد الاسبرمات الناضجة التي تنتج من 100 خلية أسبرمية أولية؟

جـ ـ كم عدد البيضات الناضجة التي تنتج من 1000خلية بيضية أولية؟

د ـ كم عدد الأجسام القطبية التي تنتج من 100 خلية بيضية أولية؟

هـ- في أي دور من أدوار انقسام الخلية يتم تكاثر المادة الوراثية DNA؟

مسائل على الانقسام الميوزي والميتوزي

1) يوجد أربعون كروموسوماً بالخلايا الجسمية للفأر المنزلي.

أ - كم عدد الكروموسومات التي يتسلمها الفأر من والده ؟

ب- كم عدد الأتوسومات في جاميطة الفأر؟

جـ- كم عدد الكروموسومات الجنسية في بيضة الفأر؟

د - كم عدد الأتوسومات في الخلايا الجسمية للأنثى؟

2) كم عدد كروموسومات الإنسان (2ن - 46) التي توجد في:

أ - خلية أمية للحيوانات المنوية.

ب - خلية منوية ثانوية.

جـ - خلية منوية.

د - خلية منوية أولية.

المواضيع التي تمت تغطيتها في هذا الفصل

1) الفرق بين الإنقسام الميتوزي والإنقسام الميوزي
2) الأهمية البيولوجية للإنقسام الميوزي
3) مراحل الإنقسام الميوزي
   a) الإنقسام الميوزي الأول (تمهيدي أول – استوائي أول – انفصالي أول – نهائي أول)
   b) الإنقسام الميوزي الثاني (تمهيدي ثاني – استوائي ثاني – انفصالي ثاني – نهائي ثاني)
   c) طور الرباعيات
4) تكوين الخلايا الجنسية في الذكر والأنثى