



Genetica 2

College 1: mitose & meiose

**share your talent,
move the world.**

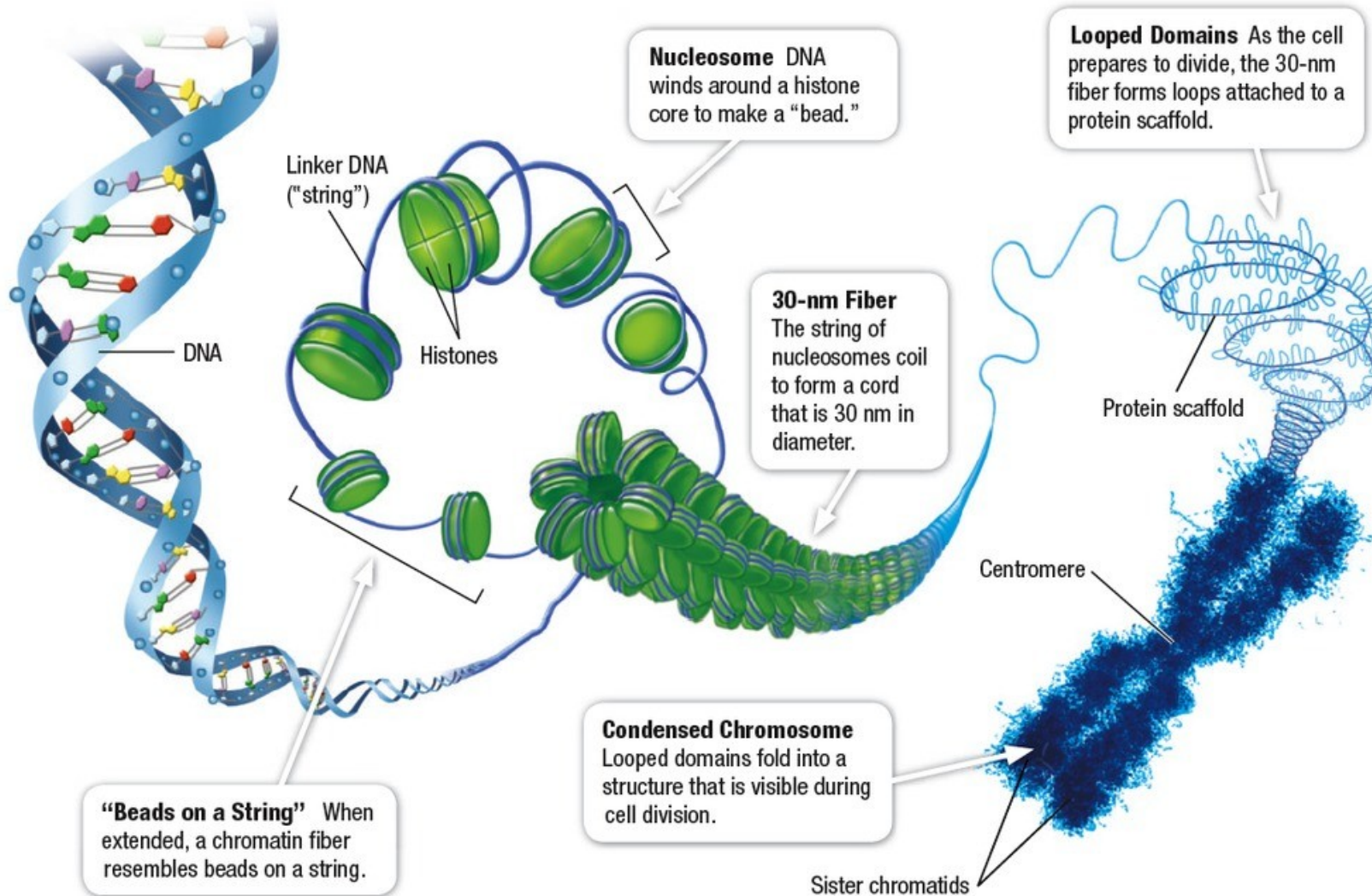
Olaf Wouters (WOOL)
O.y.wouters@pl.hanze.nl

Vandaag

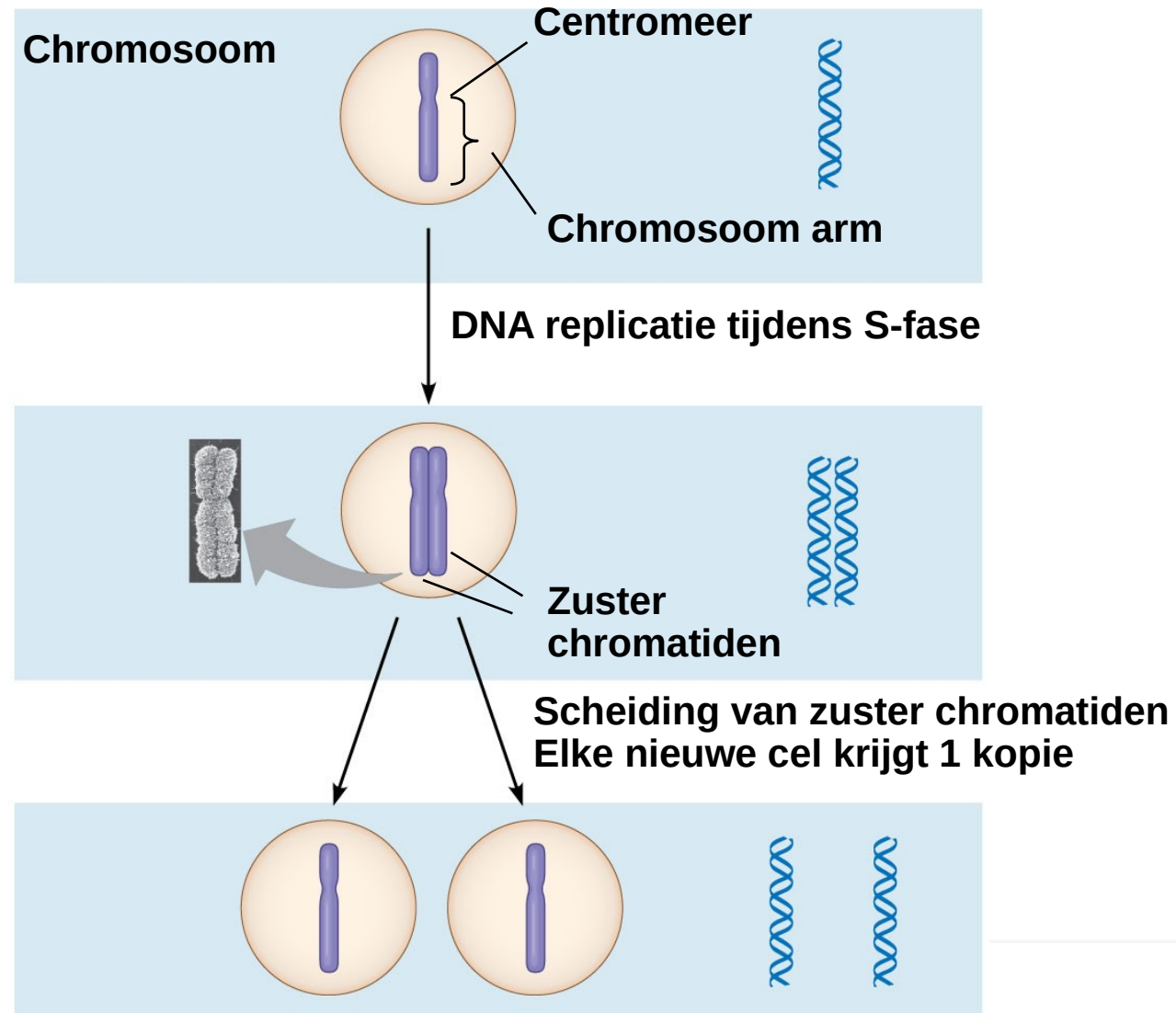
- Chromosomen: n , haploïd, diploïd
- Homologe chromosomen
- Mitose
- Mitose vs meiose
- Meiose
- Spermatogenese vs oögenese

Het chromosoom

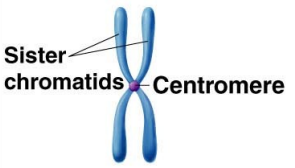
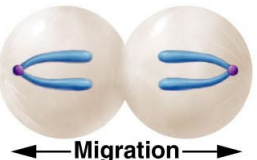
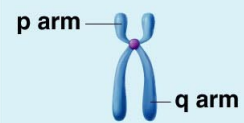





Eukaryotic Chromosome Structure



Het chromosoom



Het chromosoom

Centromere location	Designation	Metaphase shape	Anaphase shape
Middle	Metacentric	 Sister chromatids Centromere	 Migration
Between middle and end	Submetacentric	 p arm q arm	
Close to end	Acrocentric		
At end	Telocentric		

In de mens:

Chromosoom 1 en 3

De rest

Chromosoom 13, 14, 15, 21 en 22

Geen

p = 'petite'

De p-arm is dus altijd de kortste arm

q = de langste arm

Haploïd of diploïd?

Het aantal verschillende chromosomen in een organisme geven we aan met n .

Bij de mens (*homo sapiens*): $n=23$. (= aantal chromosomen in haploïde cel)

Het aantal chromosomen dat een cel bevat van elke soort wordt weergegeven als:

$1n$ = haploïd

$2n$ = diploïd

Dus: normale (somatische cellen) van de mens zijn **diploïd**, dus $2n=46$ en $n= 23$. Er zitten dus $2 \times 23 = 46$ chromosomen in een somatische cel.

Geslachtscellen (eicellen, spermacellen) zijn **haploïd**, dus $1n$ en $n = 23$, dus er zitten 23 chromosomen in een menselijke geslachtscel.

Haploïd of diploïd?

Veel organismen hebben

- **somatische cellen** die **diploïd** zijn en
- **geslachtscellen** die **haploïd** zijn.

Uitzonderingen:

- Bacteriën en virussen hebben vaak maar één chromosoom
- Sommige organismen (schimmels, gisten, planten) zijn het grootste deel van hun levenscyclus haploïd
- Sommige organismen (o.a. sommige planten en amfibieën) zijn polyploïd ($3n$, $4n$, $5n$, 2etc...)

Vandaag

- Chromosomen: n , haploïd, diploïd
- Homologe chromosomen
- Mitose
- Mitose vs meiose
- Meiose
- Spermatogenese vs oögenese

Homologe chromosomen

Homologe chromosomen zijn chromosomen die tijdens de meiose met elkaar recombineren (synapsis) en over het algemeen identiek zijn wat betreft de genen die erop zitten en de plaats van het centromeer.

Wat wel verschillend is: de allelen voor elk aanwezig gen.

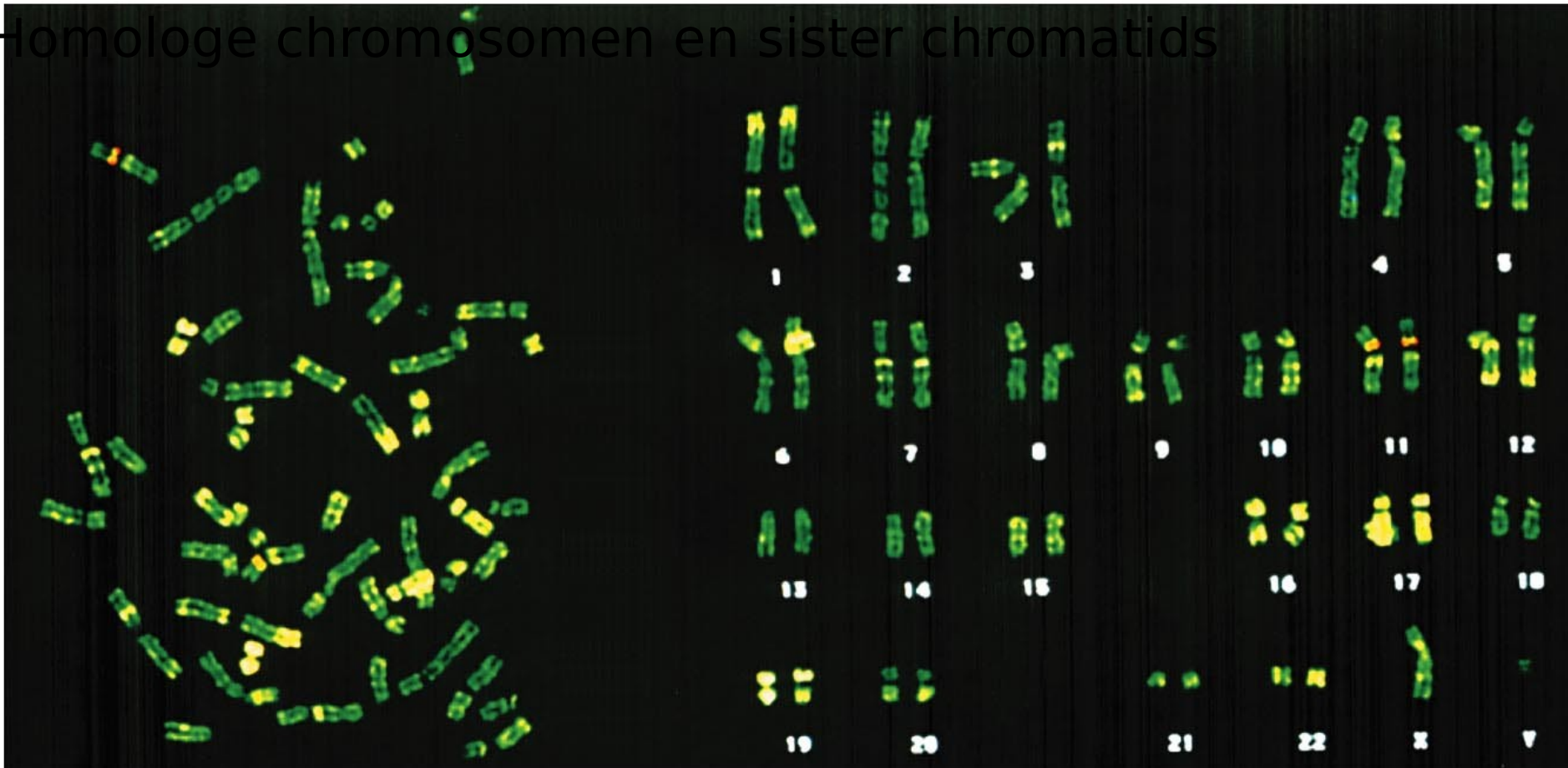
Biparentele overerving:

één paternaal homolog chromosoom (van je vader)

één maternaal homolog chromosoom (van je moeder).

Karyogram: overzicht van de chromosomen tijdens een celdeling

Homologe chromosomen en sister chromatids



Chromosomen van een menselijke cel in deling

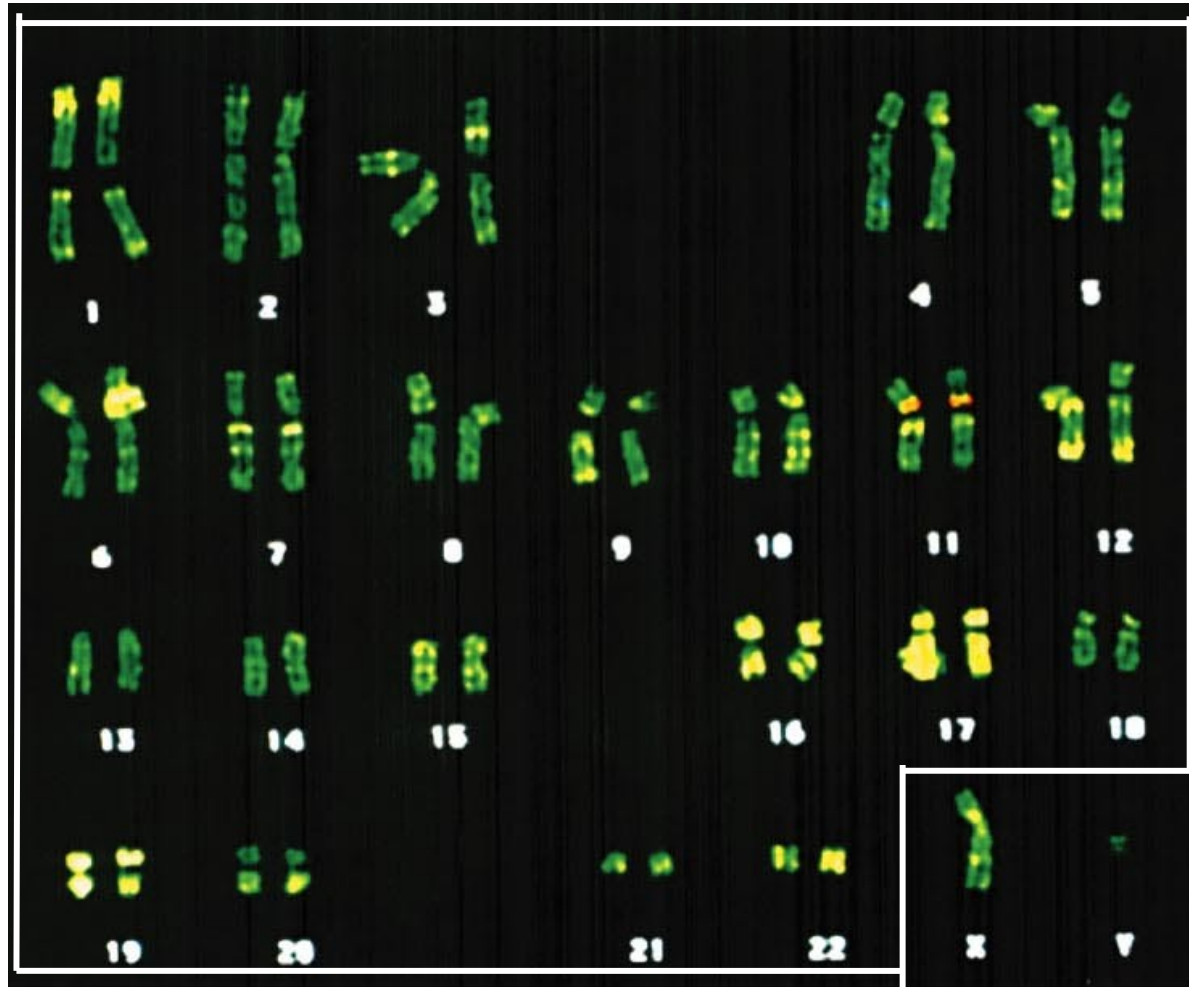
share your talent. move the world. ¹⁰

Autosomale
chromosomen

=

autosomen

(alle chromosomen
behalve de
geslachtschromosomen)



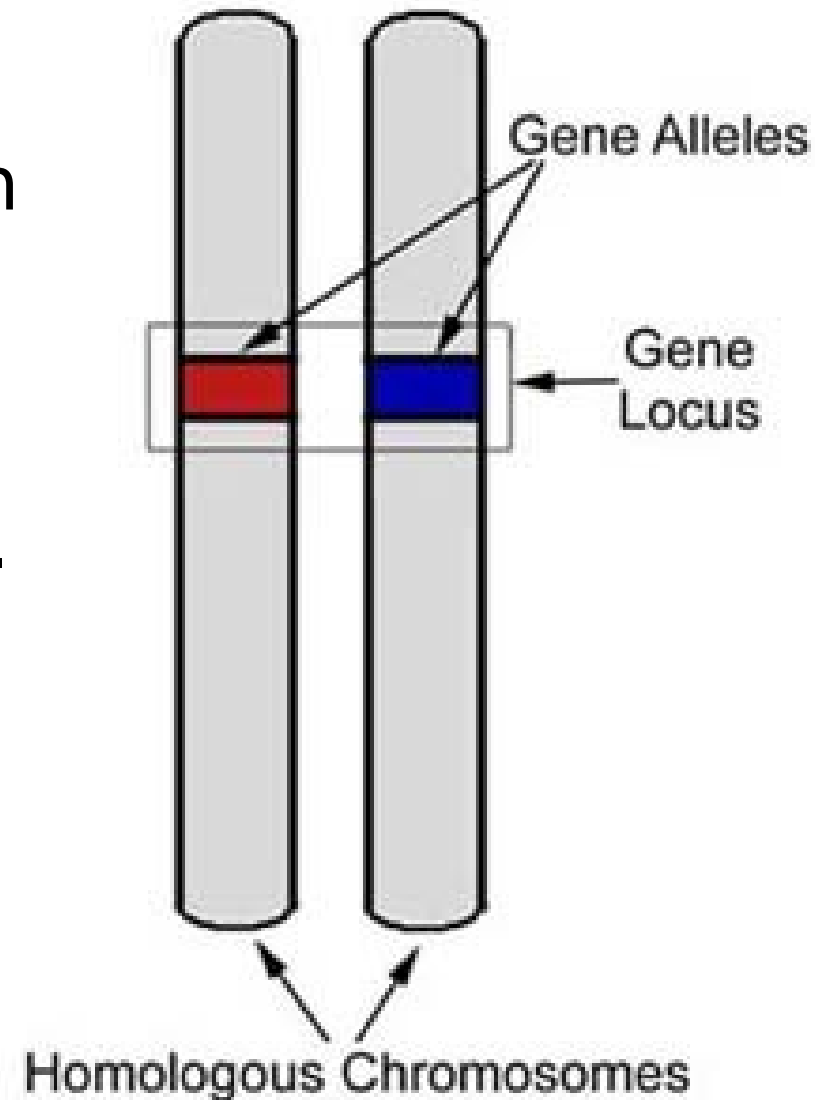
Geslachtschromosomen

Ook X en Y worden als homolog beschouwd.

Locus (mv. loci)

Allelen: twee varianten van hetzelfde gen

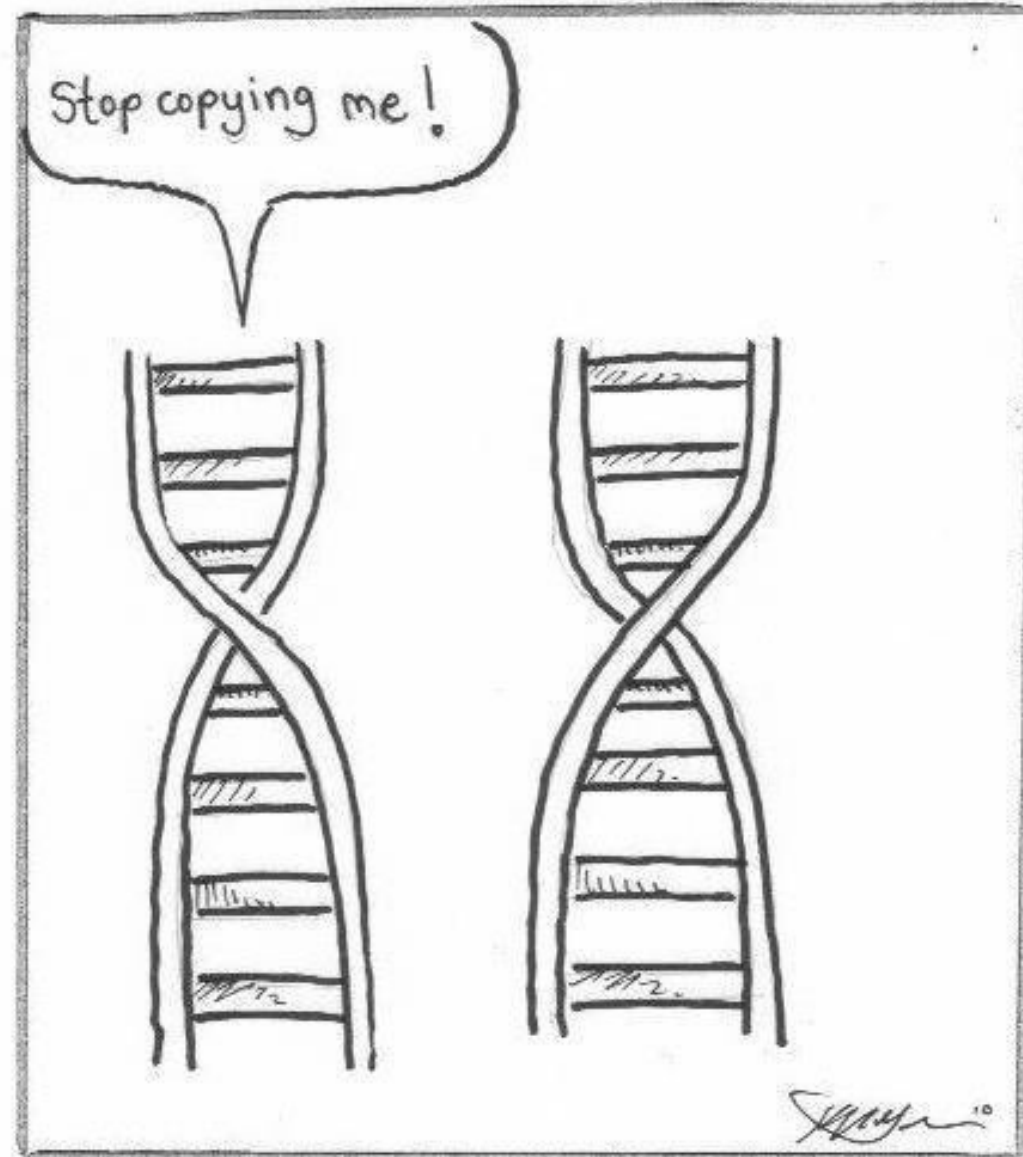
Locus: de plaats waar dit gen zich bevind (mv. loci)



Vandaag

- Chromosomen: n , haploïd, diploïd
- Homologe chromosomen
- Mitose
- Mitose vs meiose
- Meiose
- Spermatogenese vs oögenese

Mitosis



Mitose en celcyclus

Mitose: 'gewone' celdeling

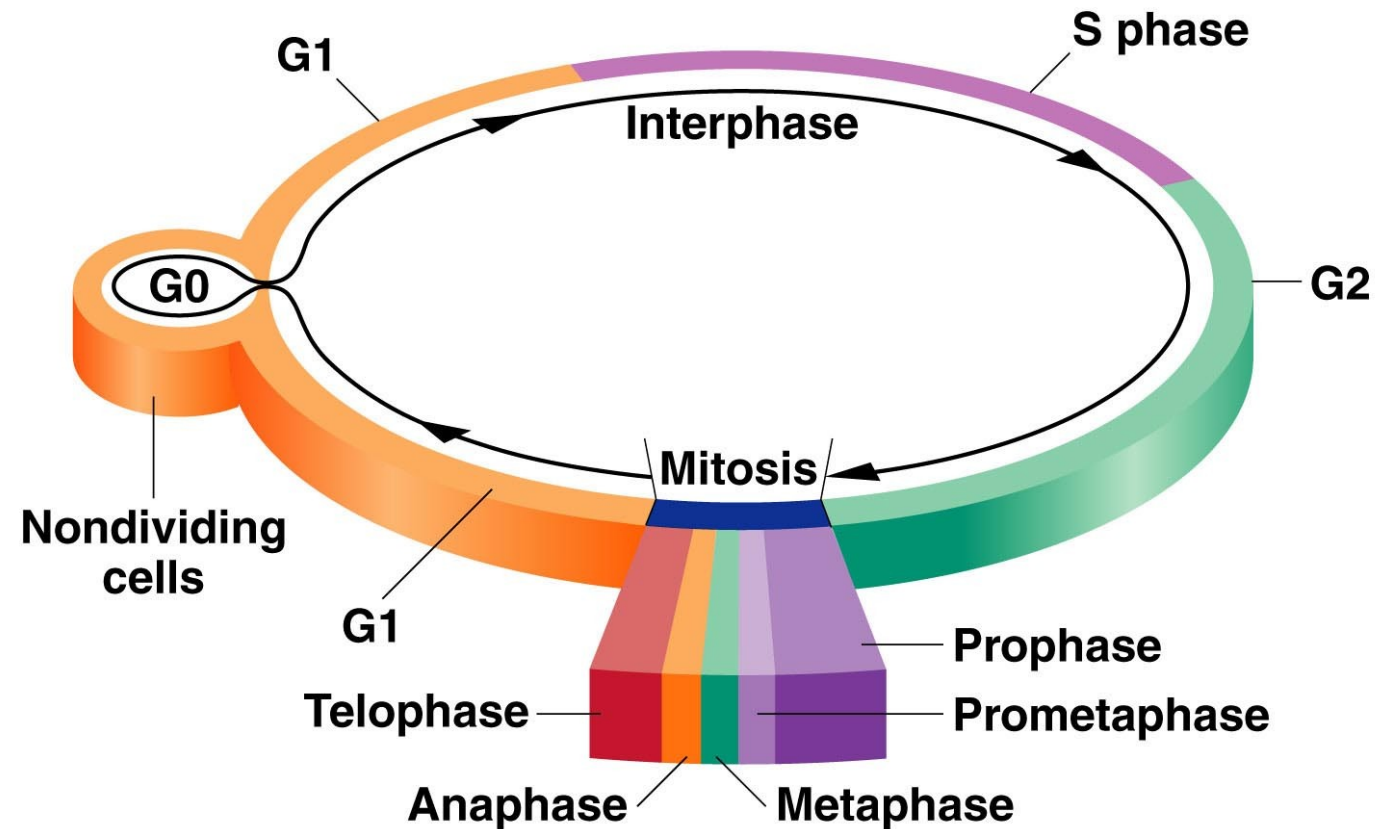
Twee hoofdstappen:

Karyokinese: verdeling van het genetisch materiaal en deling van de celkern

Cytokinese: deling van de rest van de cel

Cel cyclus en mitose: IPPMAT

- **I**nterfase
- **P**rofase
- **P**rometafase
- **M**etafase
- **A**nafase
- **T**elofase



Mitose en celcyclus

G1:

geen DNA synthese
wel celgroei, differentiatie

S fase:

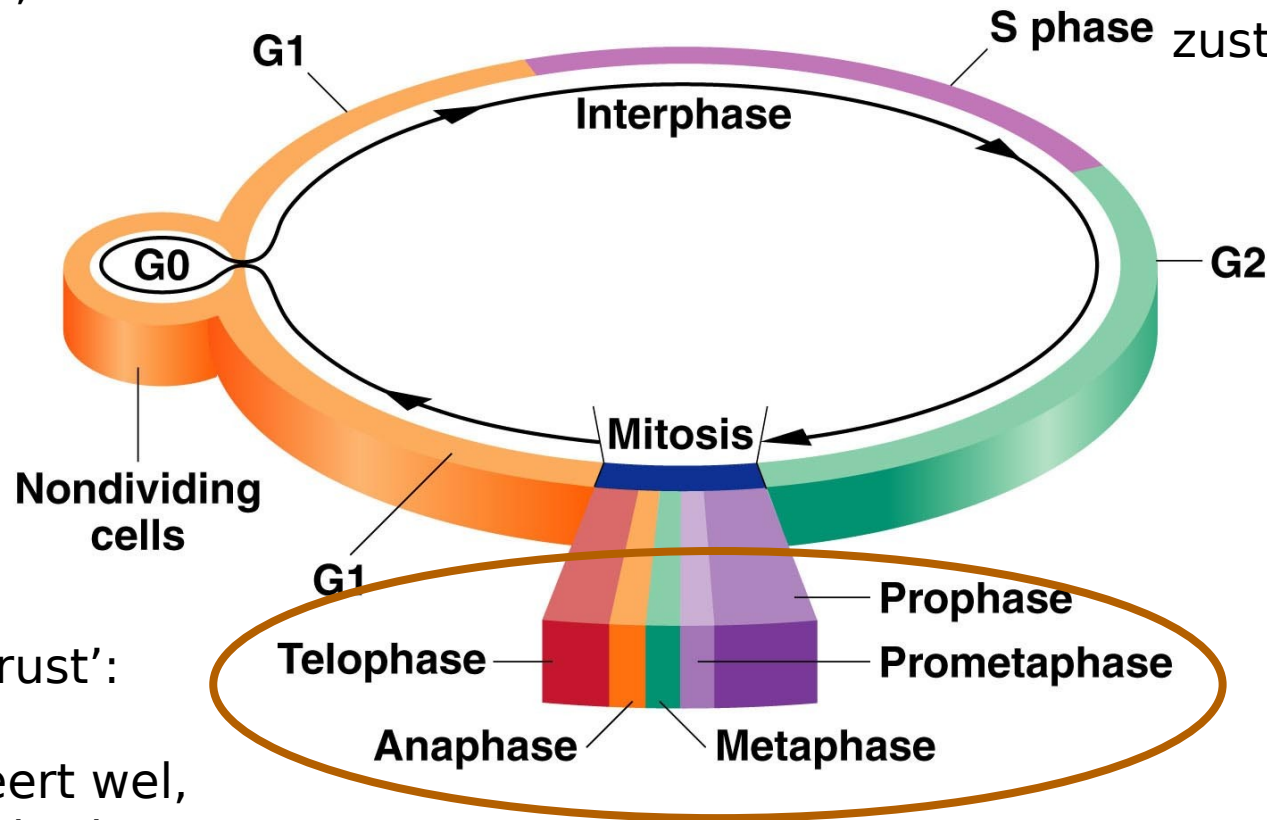
DNA replicatie:
vorming van
zusterchromatiden

G2:

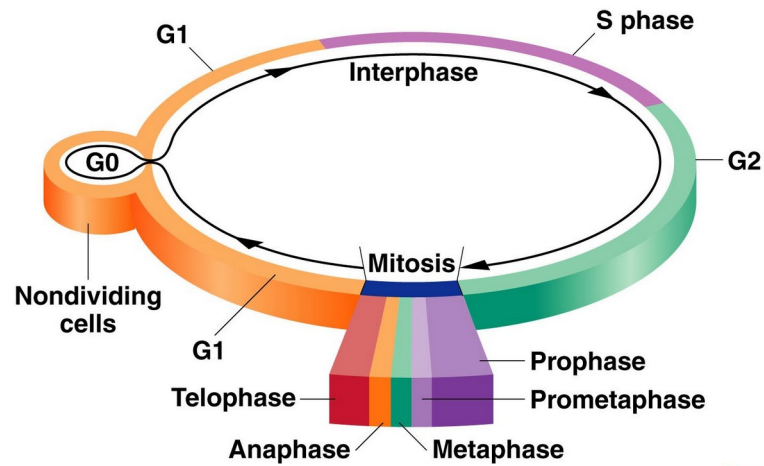
geen DNA
synthese
wel celgroei,
differentiatie

G0:

cel is in 'rust':
leeft en
functioneert wel,
maar deelt niet.



Cel cyclus en mitose: tijd



Interphase			Mitosis
G1	S	G2	M
5	7	3	1

Hours

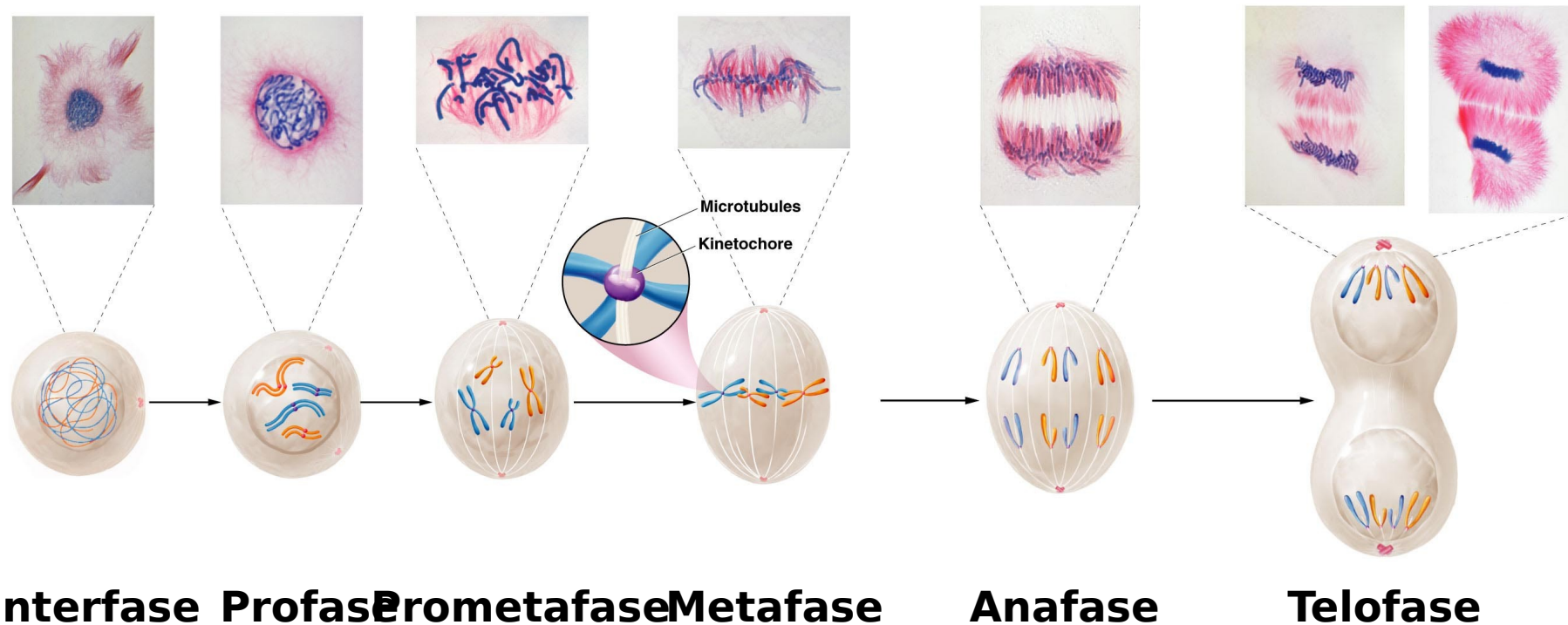
Pro	Met	Ana	Tel
36	3	3	18

Minutes



Korte
pauze
(5 min)

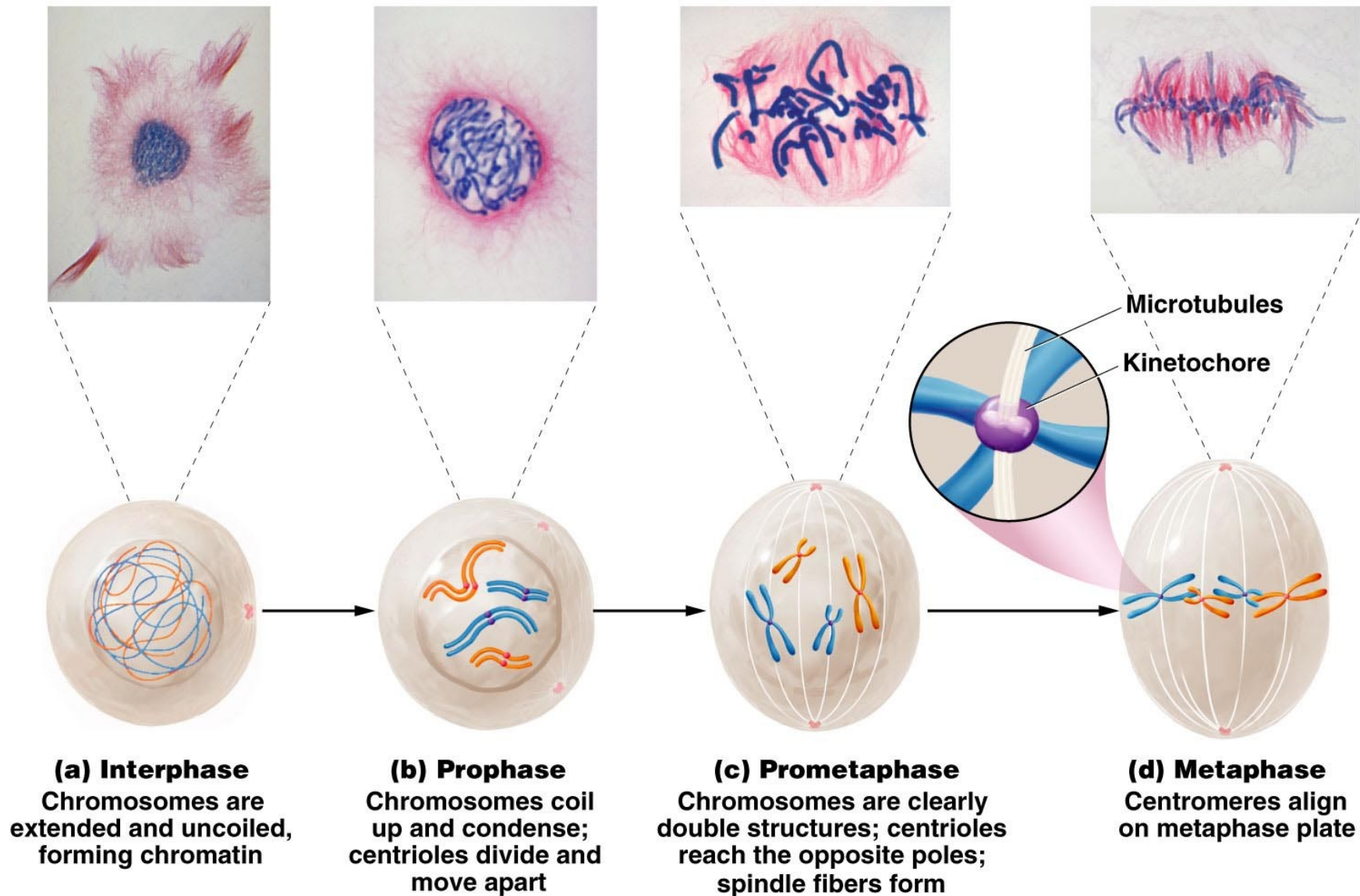
Mitose: G1, S, G2 en M phases



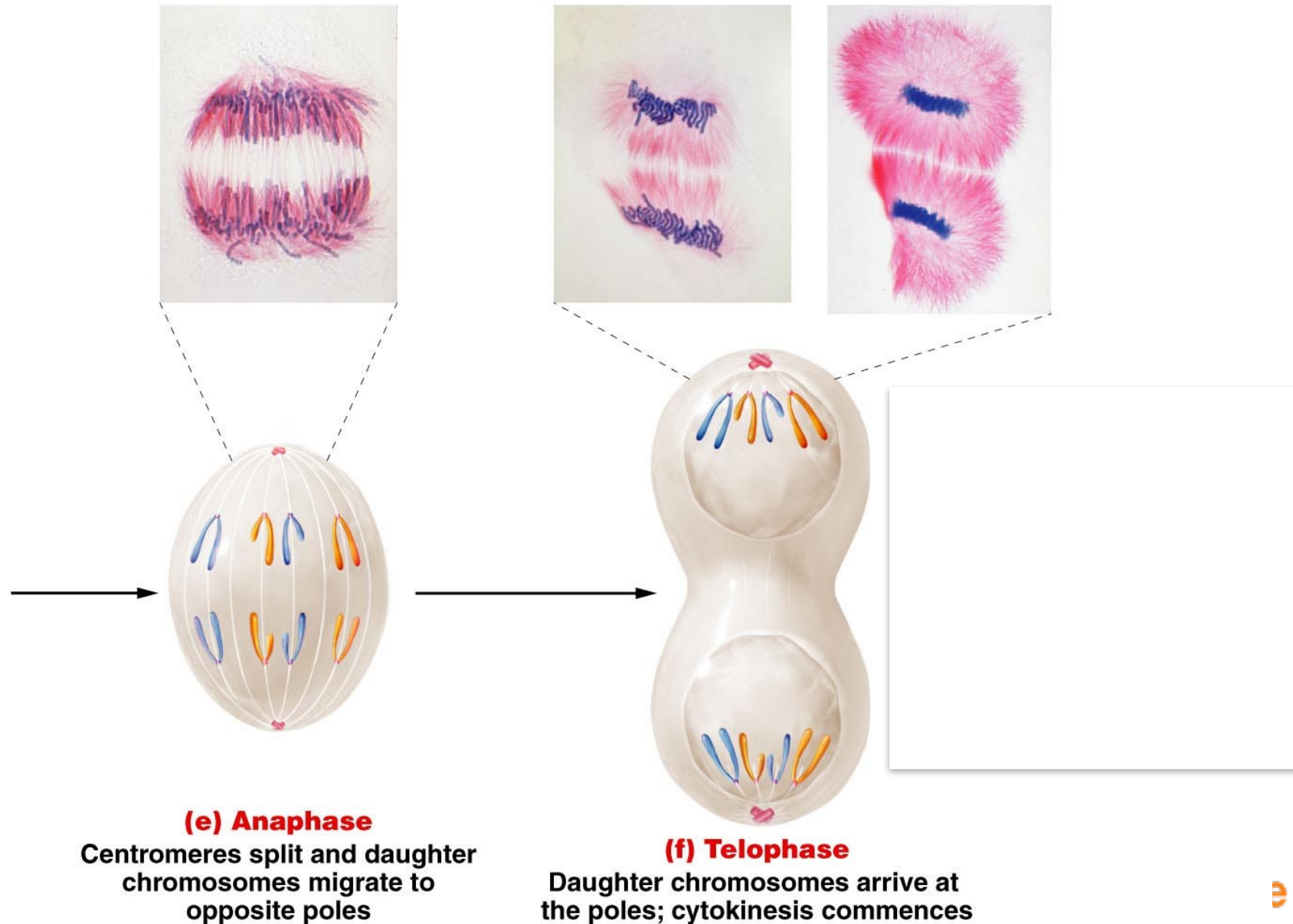
G1: Gap²⁰
S: Synthesis
G2: Gap2

M: Mitosis

Mitose (deel 1)



Mitose (deel 2)

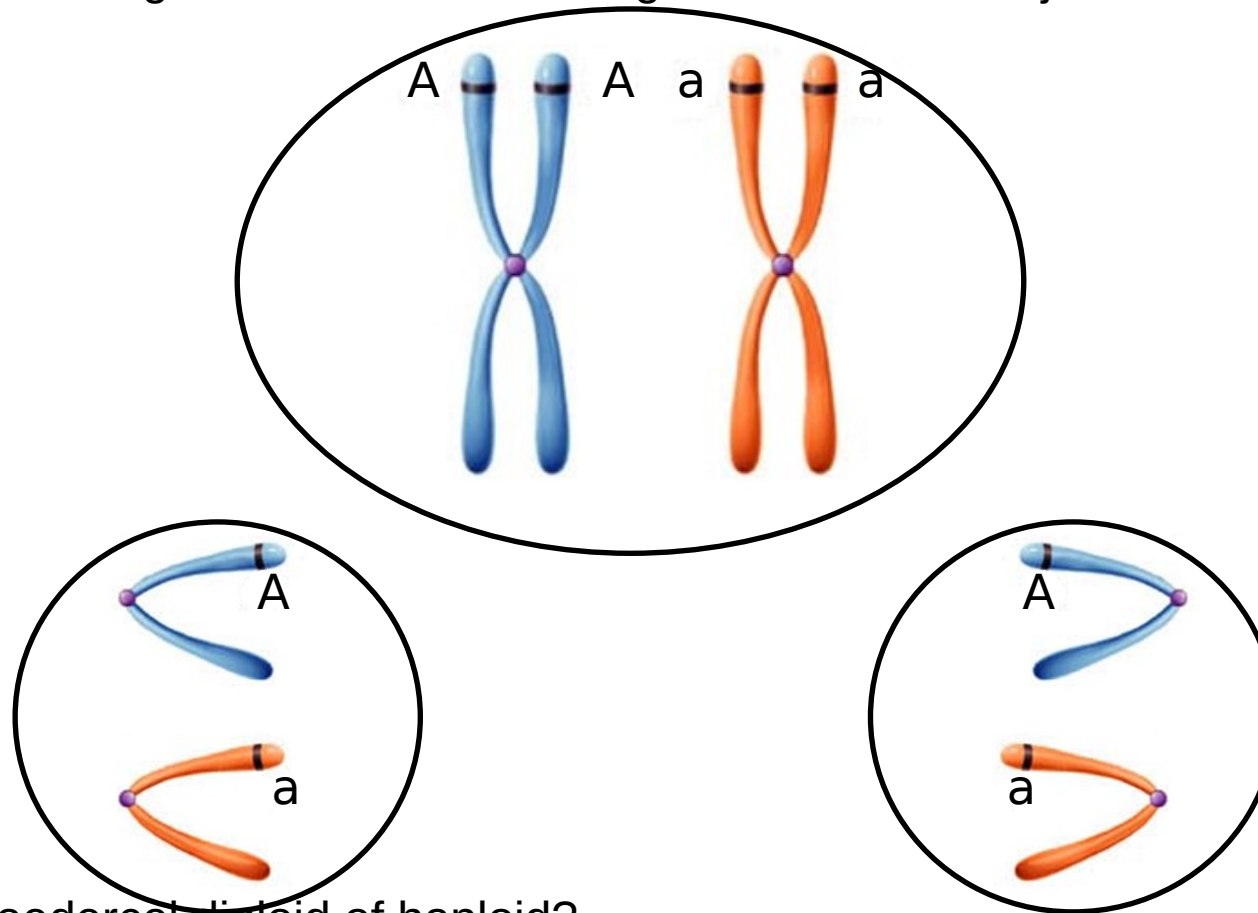


Mitosis video Pearson

https://mediaplayer.pearsoncmg.com/assets/whoEuNdde6Tbv_RiGINAJdotLaHb2CvU

Homologe chromosomen

a. Teken wat er gebeurt met de homologe chromosomen tijdens mitose.

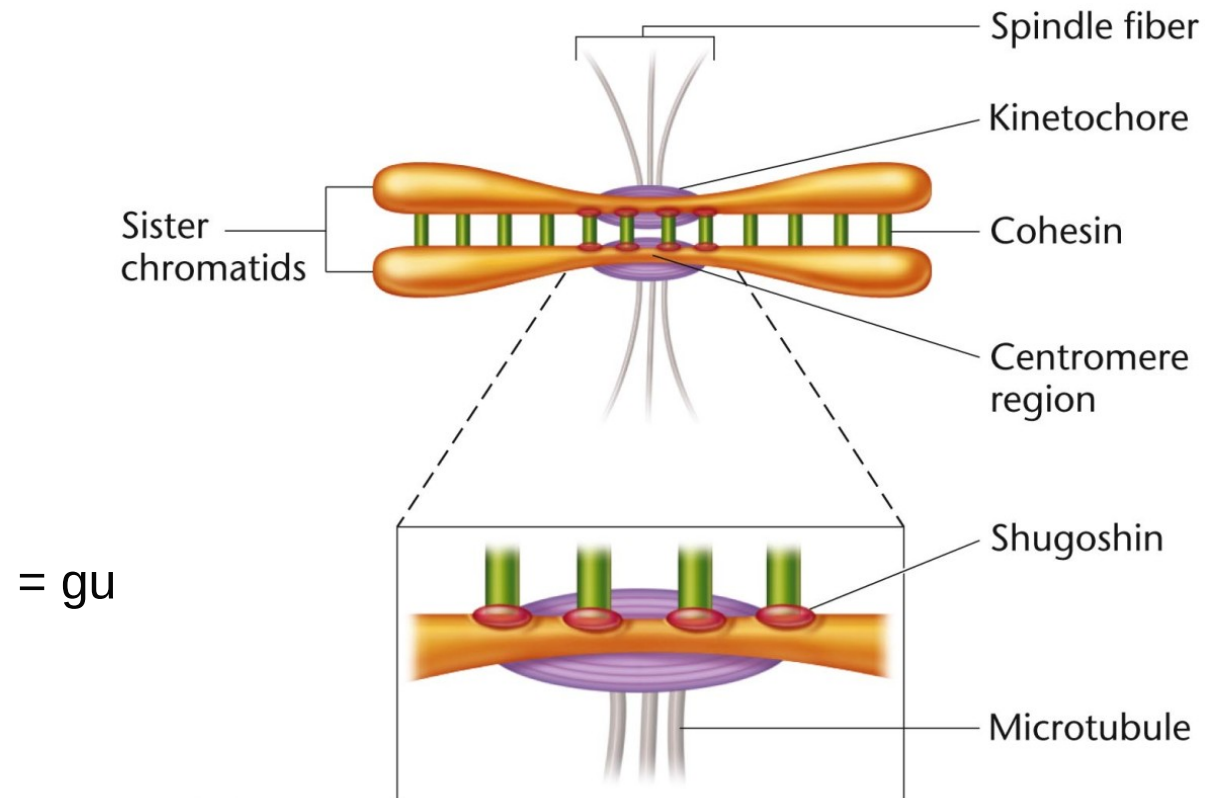


b. Is de moedercel diploid of haploid?

c. En de dochtercellen: zijn die diploid of haploid?

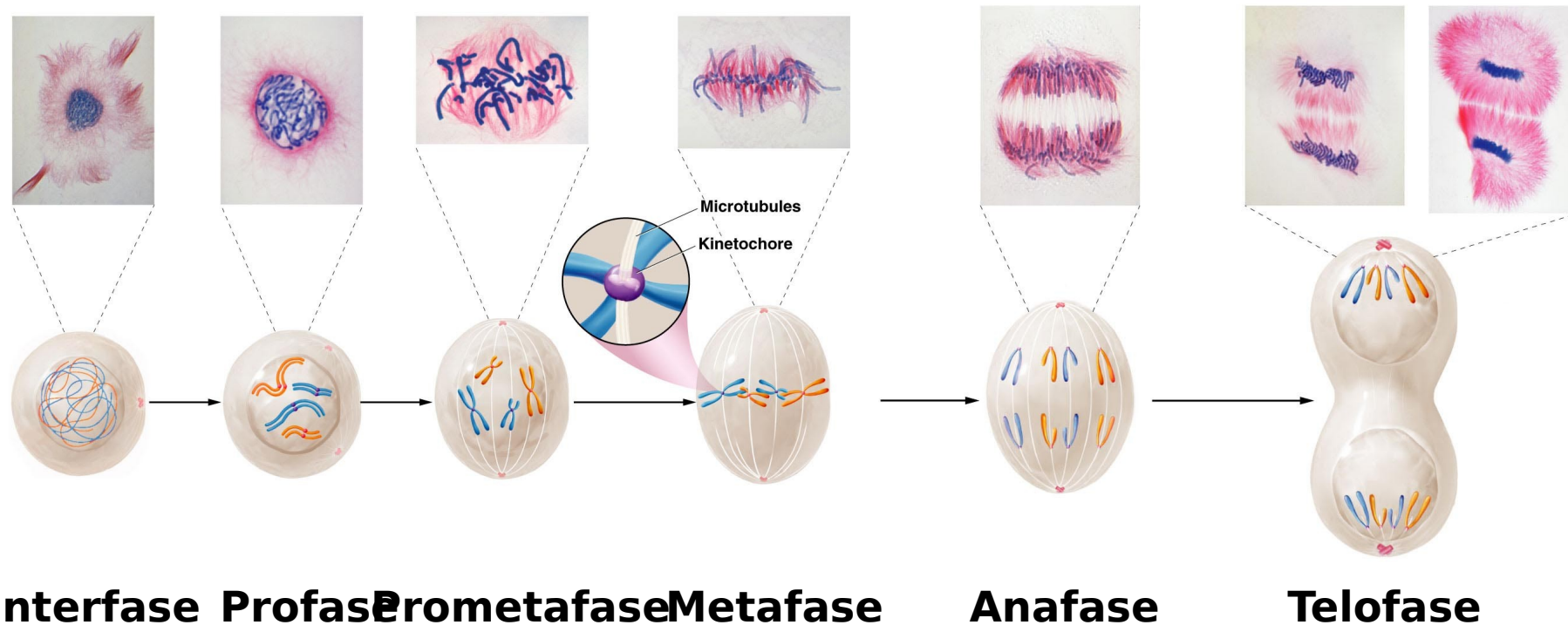
Disjunctie

Disjunctie: het scheiden van de twee zusterchromatiden (tijdens anafase).



Zusterchromatiden (sister chromatids) worden na scheiding dochterchromosomen.

Mitose: G1, S, G2 en M phases

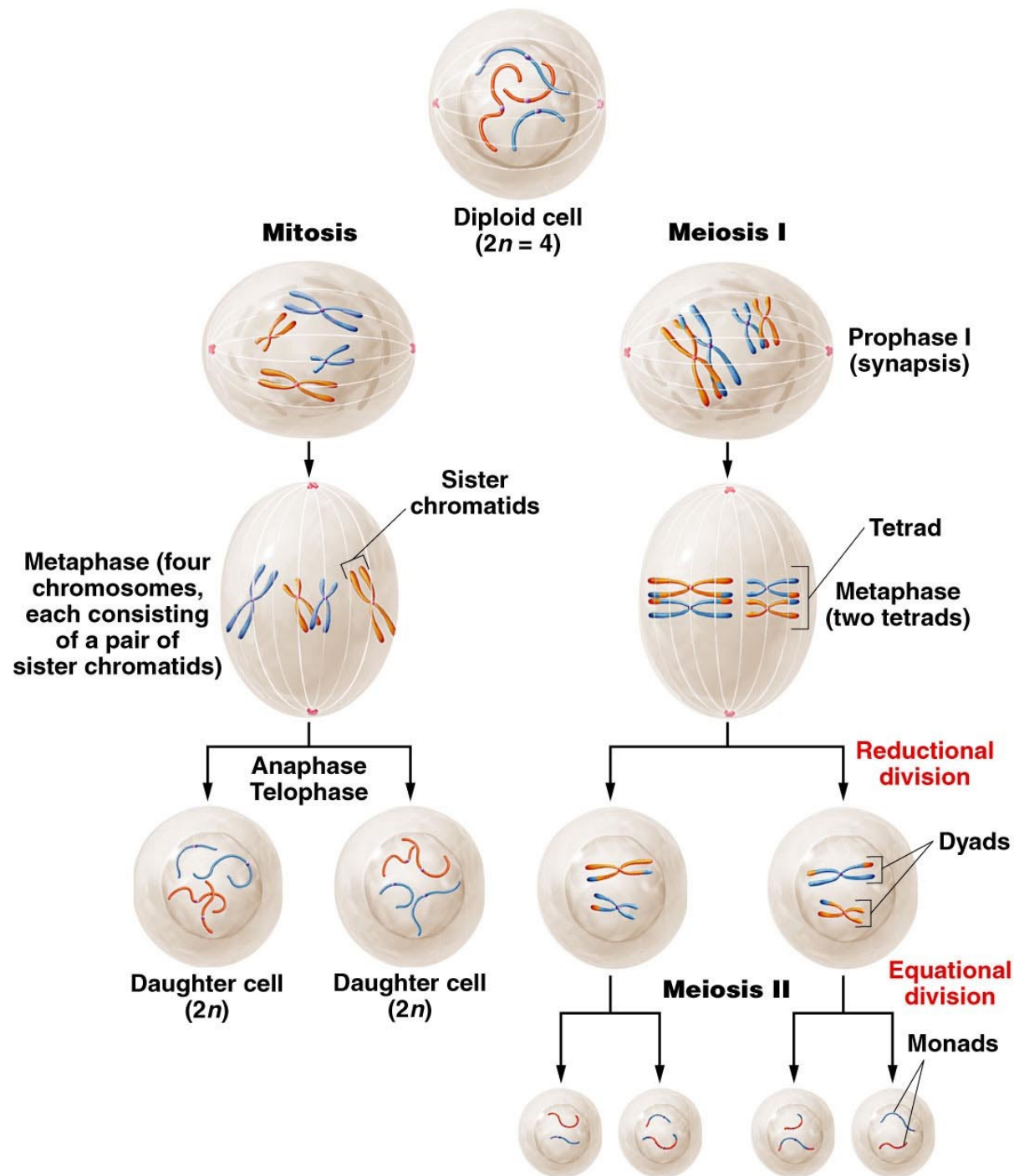


G1: Gap²⁶
S: Synthesis
G2: Gap2

M: Mitosis

Vandaag

- Chromosomen: n , haploïd, diploïd
- Homologe chromosomen
- Mitose
- Mitose vs meiose
- Meiose
- Spermatogenese vs oögenese



2 homologous chromosomes

1 chromosome, 2 sister chromatids

Meiosis video Pearson

https://mediaplayer.pearsoncmg.com/assets/HKg3BIn5ihiaSoBwTDo_JpwVweCWk_FF

Mitose en meiose

Mitose

- 'gewone celdeling'
- 1 celdeling (mitose)
- Al het genetisch materiaal wordt **onveranderd** overgedragen aan de dochtercellen
- De dochtercellen zijn **diploïd**

Meiose

- Vindt alleen plaats in geslachtscellen (zaadcellen en eicellen)
- 2 celdelingen (meiose I en meiose II)
- Voor de eerste deling vindt er **recombinatie** plaats (crossing over)
- In de eerste deling halvering van het aantal chromosomen (dochtercellen zijn **haploïd**)
- In de tweede deling worden de zusterchromatiden van elkaar gescheiden
- Na de hele meiose noemen we cellen **gameten** (geslachtscellen)
- Het mogelijk aantal combinaties van verdelingen van de chromosomen in de gameten is 2^n

Meiose

Mitose:

1 celdeling: IPPMAT: profase, prometafase, metafase, anafase, telofase

De cellen die ontstaan zijn **dochtercellen**. Zij zijn net als de originele cel **diploïd**.

Meiose:

2 celdelingen (meiose I en meiose II)

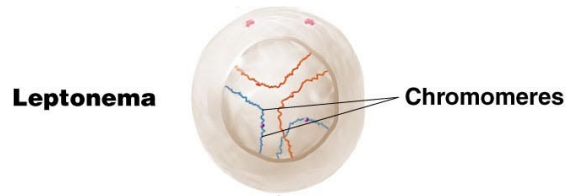
Meiose I: profase I, metafase I, anafase I, telofase I

leptonema, zygonema, pachynema, diplonema, diakinese

Meiose II: profase II, metafase II, anafase II, telofase II

- Cellen die ontstaan na meiose noemen we **gameten**
- Gameten zijn **haploïd** ($1n$), terwijl gewone cellen diploïd zijn ($2n$)
- Tijdens Meiose I vindt er crossover plaats tussen de homologe chromosomen

Meiose I: profase I



DNA wordt compacter
Homology search

chromosomen worden korter en dikker
→ **high pairing** van homologe chromosomen
→ **synaptomenteel complex (synapsis)**
ontstaan gepaarde homologen: **bivalenten**

chromosomen worden nog korter en dikker
→ **zusterchromatiden** worden zichtbaar
ontstaan **tetrades**: koppels van 4 zuster chromatides

De armen van homologe chromosomen
verstrengelen
Er ontstaan **chiasmata**

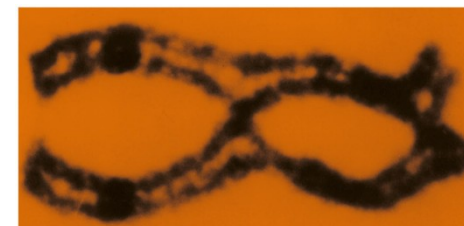
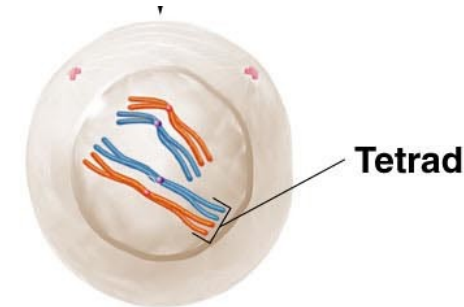
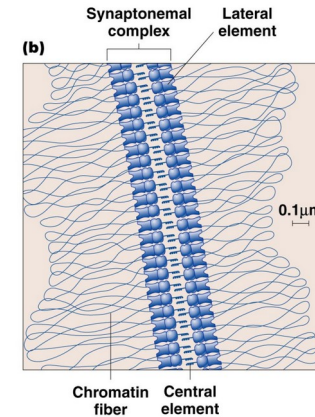
De chromosomen gaan een beetje uit elkaar,
maar blijven verbonden bij de **chiasmata**
Er treedt **terminalizatie** op: centromere van
elke tetrad naar de metaphase plate

Synapsis

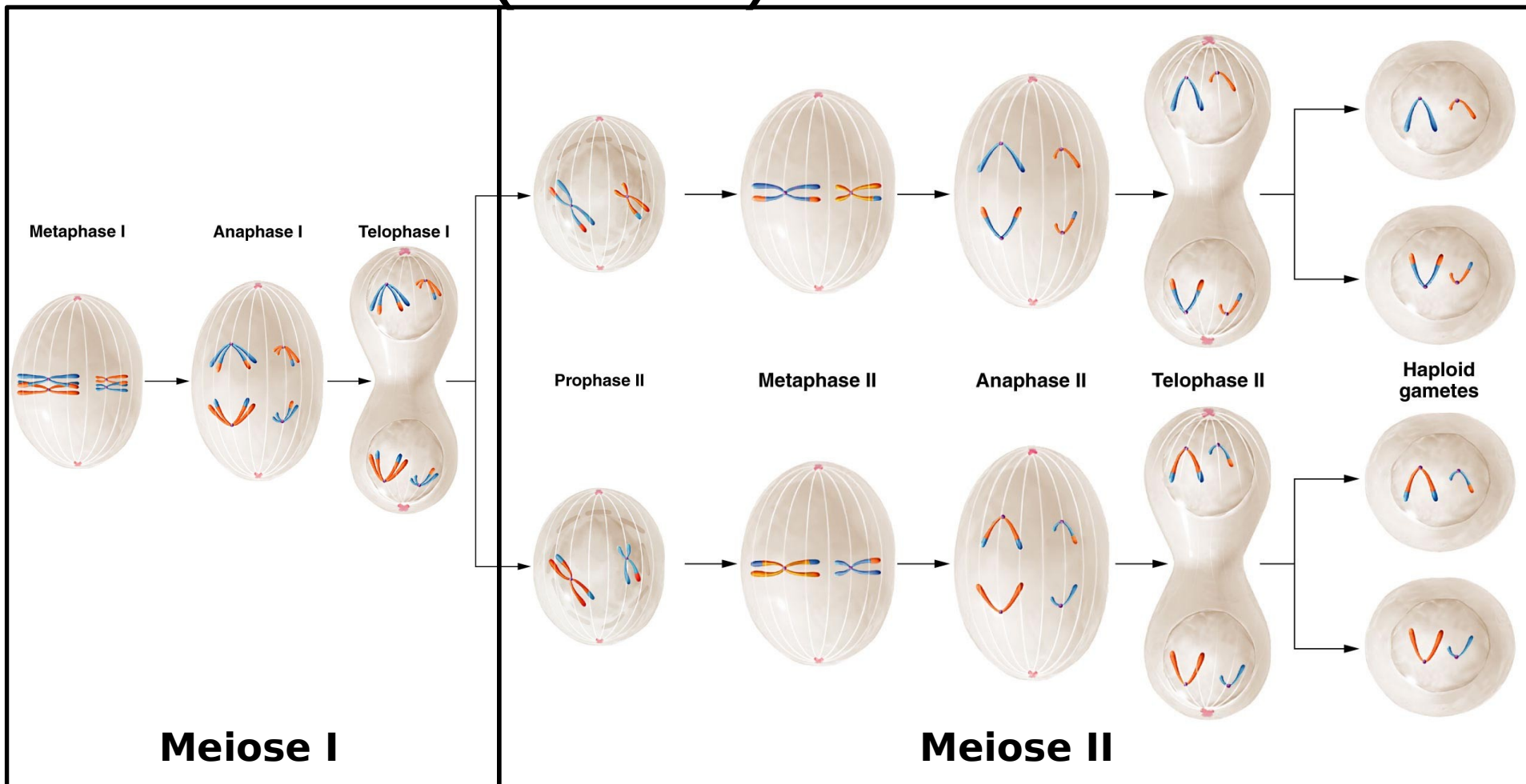
Vorming van het **synaptomenteel complex**:
het paren van homologe chromosomen, waarbij
homologe gebieden van het DNA bij elkaar komen
te liggen.

Tetrade: structuur van zuster-chromatiden en niet-
zusterchromatiden van homologe chromosomen

Chiasmata: plaatsen waar het DNA verstrengeld is
en waar crossingover heeft plaatsgevonden.



Meiose II: (PMAT)

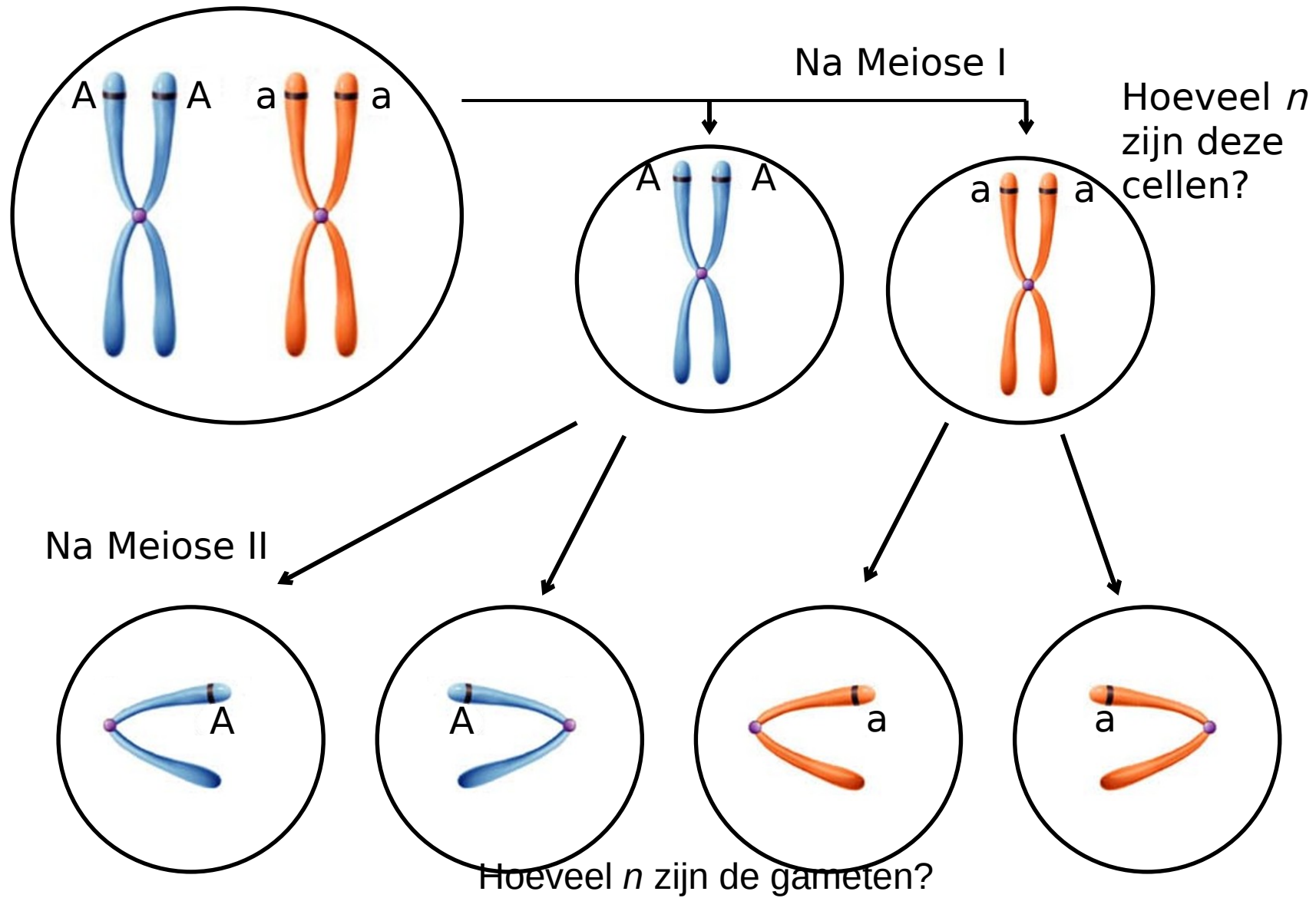


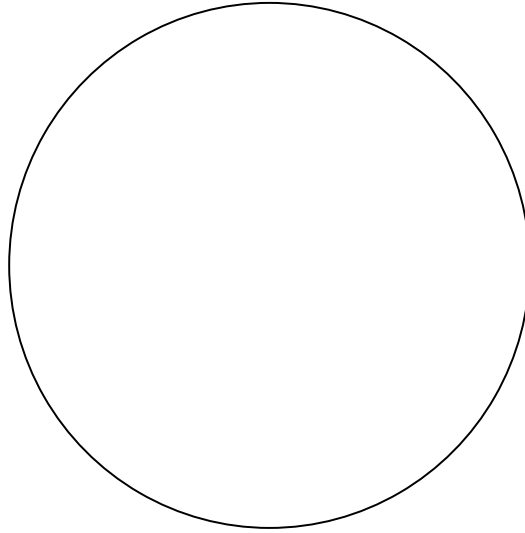
n.b. Tussen meiose I en meiose II kan een hele lange tijd zitten.

Meiose

- Interfase
- Profase I
- Metafase I
- Anafase I
- Telofase I
- Profase II
- Metafase II
- Anafase II
- Telofase II

Wat gebeurt er met de homologe chromosomen tijdens meiose?

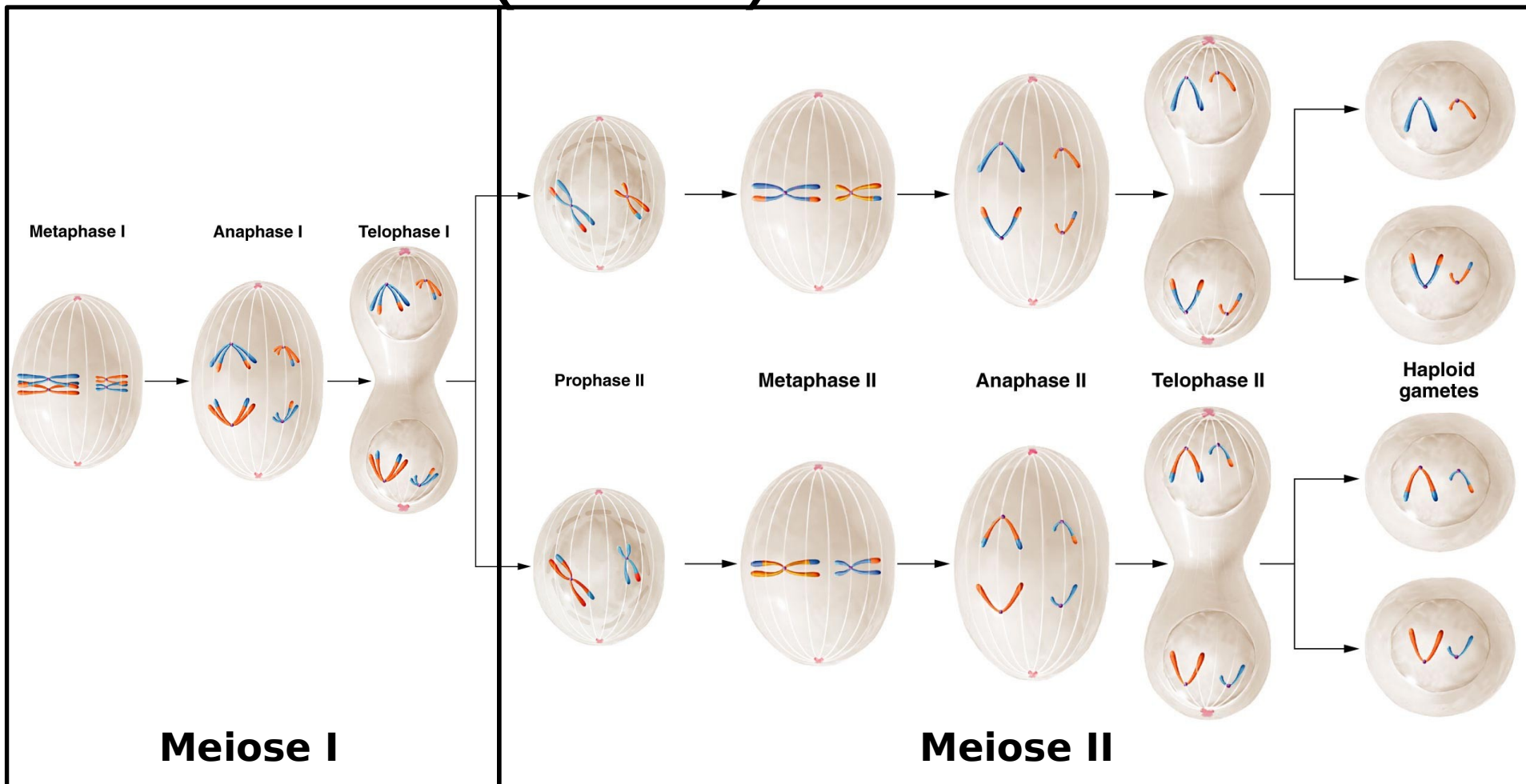




Kern van een lichaamscel in interfase ($n=4$)

- 1 a. Teken alle chromosomen in de kern
- b. Teken voor bovenstaande kern de ligging van de chromosomen in de kern tijdens
 - metafase van de mitose
 - metafase I van de meiose
 - metafase II van de meiose
- c. Geef aan of de cel in de situaties bij b diploïd of haploïd is en hoeveel zusterchromatiden er zijn voor elk chromosoom

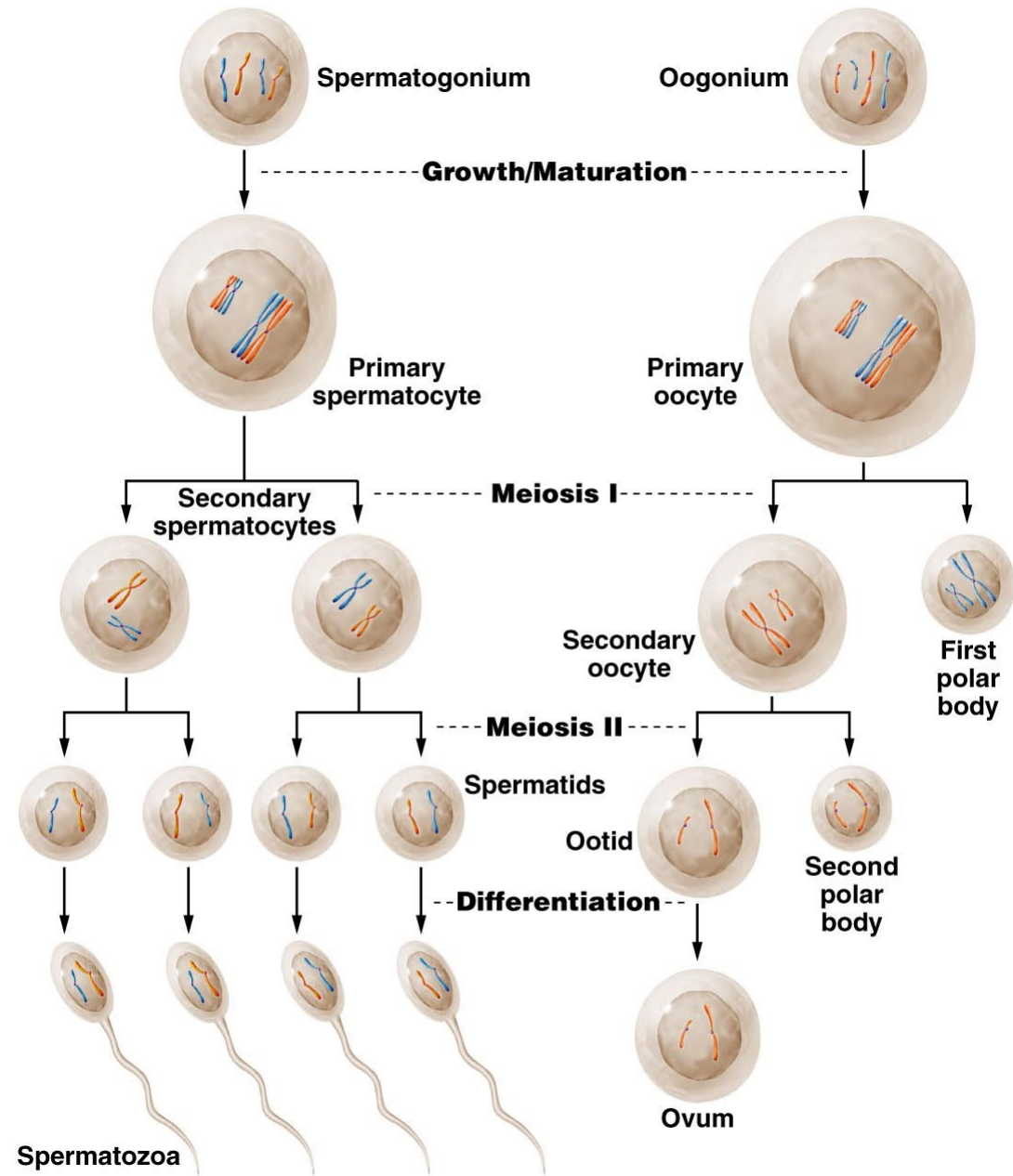
Meiose II: (PMAT)



n.b. Tussen meiose I en meiose II kan een hele lange tijd zitten.

Vandaag

- Chromosomen: n , haploïd, diploïd
- Homologe chromosomen
- Mitose
- Mitose vs meiose
- Meiose
- Spermatogenese vs oögenese



Samenvatting

Mitose normale celdeling waarbij **al het genetisch materiaal** wordt overgedragen

Meiose celdeling bij geslachtscellen waarbij **slechts de helft** van de chromosomen wordt overgedragen en waarbij **recombinatie** van de chromosomen plaatsvindt

Diploïd $n = 2$: van elk chromosoom zijn er twee aanwezig

Haploïd $n = 1$: van elk chromosoom is er maar één aanwezig

Gameten geslachtscellen die ontstaan zijn na de tweede meiotische deling ($n = 1$)

Poollichamen cellen ontstaan bij de meiotische delingen tijdens **oögenese** die zich niet ontwikkelen tot eicel

Wat je moet kunnen

- Uitleggen hoe een chromosoom is opgebouwd
- Uitleggen wat zusterchromatiden zijn
- Uitleggen wat homologe chromosomen zijn
- Begrijpen van de begrippen haploïd (n) en diploïd ($2n$)
- Onderscheid kunnen maken tussen mitotische en meiotische celdeling
- De stappen binnen mitose en meiose kunnen benoemen en uitleggen
- Berekenen hoeveel variaties in gameten een organisme kan hebben
- De verschillen kunnen uitleggen tussen spermatogenese en oögenese
- De dikgedrukte termen uit het boek kunnen definiëren

Oefening 4

Een microscopische foto van een delende cel van een muis ($n = 20$) laat 20 chromosomen zien, elk bestaande uit twee zusterchromatiden. Gedurende welk stadium van de celdeling moet deze foto genomen zijn?

- ☐ profase van de mitose
- ☐ telofase II van de meiose
- ☐ profase I van de meiose
- ☐ anafase van de mitose
- ☐ profase II van de meiose

Oefening 5

Een somatische cel van een fruitvlieg bevat 8 chromosomen

- a. dit betekent dat ... verschillende combinaties van chromosomen mogelijk zijn in de gameten.
- b. de **primaire** spermatocyt zal dan ... chromatiden bevatten.

- ☐ 4
- ☐ 8
- ☐ 16
- ☐ 32
- ☐ 64

Oefening 6

Als een spiercel van een sprinkhaan 24 chromosomen bevat, dan bevat een sprinkhaan spermatide ... chromosomen.

- ☐ 3
- ☐ 6
- ☐ 12
- ☐ 24
- ☐ 48