



WYŻSZA SZKOŁA ZAWODOWA PIELEGNACJI ZDROWIA I URODY
w Poznaniu

Komórka struktura i funkcje

Bogusław Nedoszytko

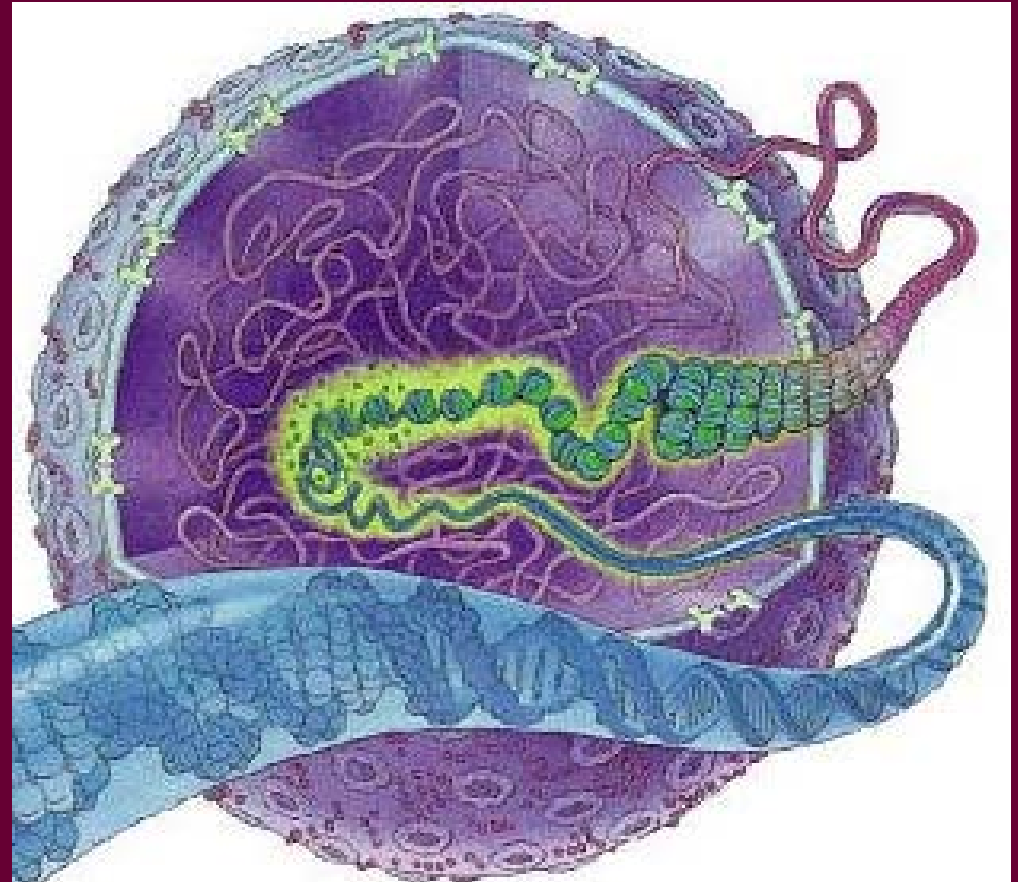
WSZPIZU

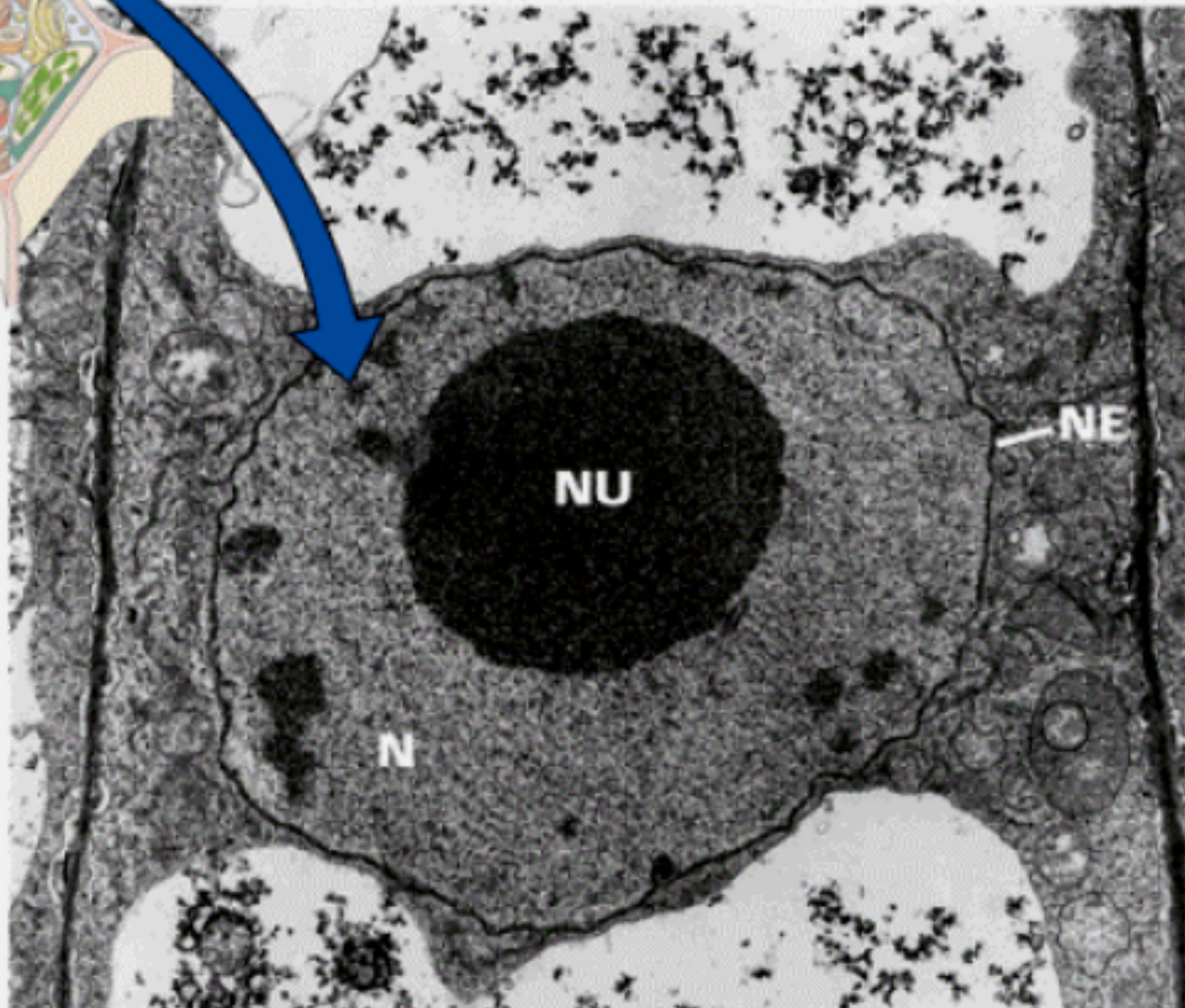
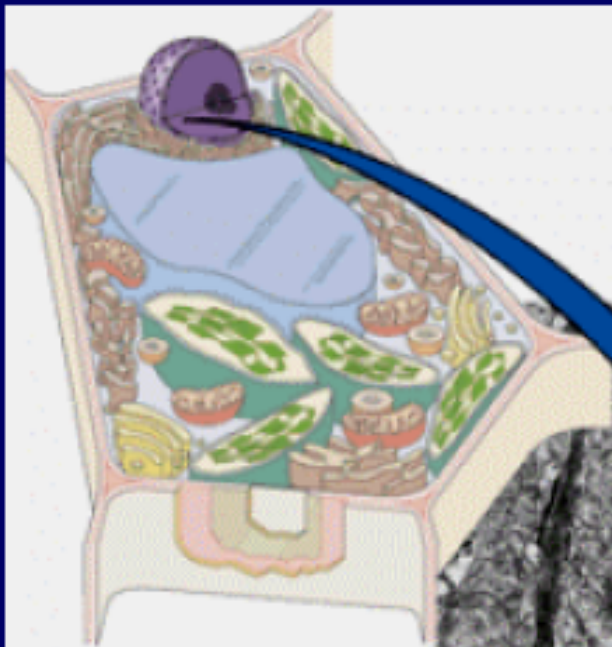
Wydział w Gdyni



Jądro komórkowe

- Struktura i funkcje
- Podziały komórkowe





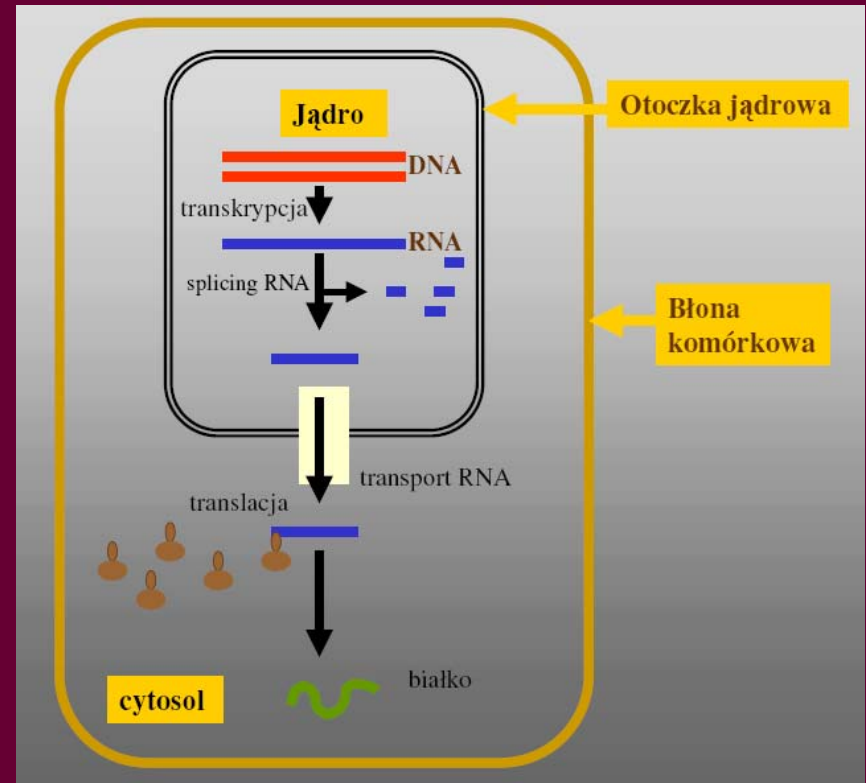
Jądro komórkowe

- 46 chromosomów
- 2,6 metra DNA
- 3 miliardy par nukleotydów (A,T,G,C)
- ok. 35 000 genów



Funkcje jądra

- Centrum informatyczne komórki
- Ochrona DNA przed uszkodzeniem
- Miejsce gdzie zachodzi:
 - Transkrypcja
 - Translacja
 - Replikacja
- Podziały komórkowe



Skład chemiczny chromatyny

- DNA - 36,5%
- Białka histonowe (zasadowe) - 37,5%
- Białka niehistonowe (kwaśne) - 10,5%
- RNA - 9,5%
- Woda, jony wapnia i magnezu

Jądro

Otoczka jądrowa

Podwójna błona

Błaszka gęsta

Kompleksy porowe

Nukleoplazma

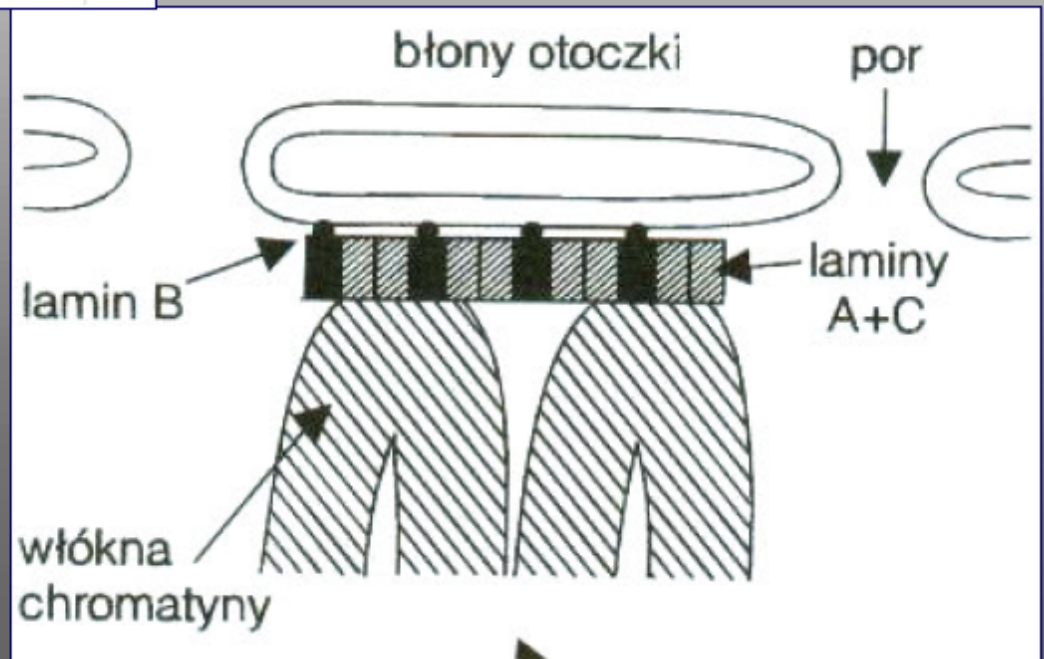
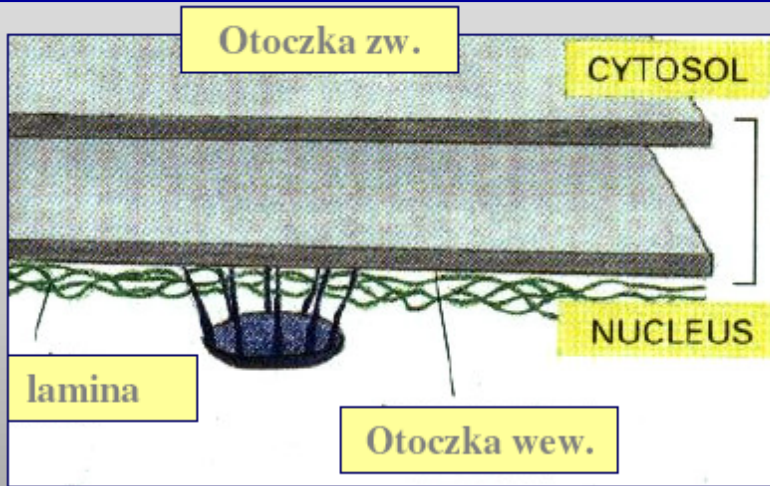
Chromatyna

Macierz jądrowa

Jąderko

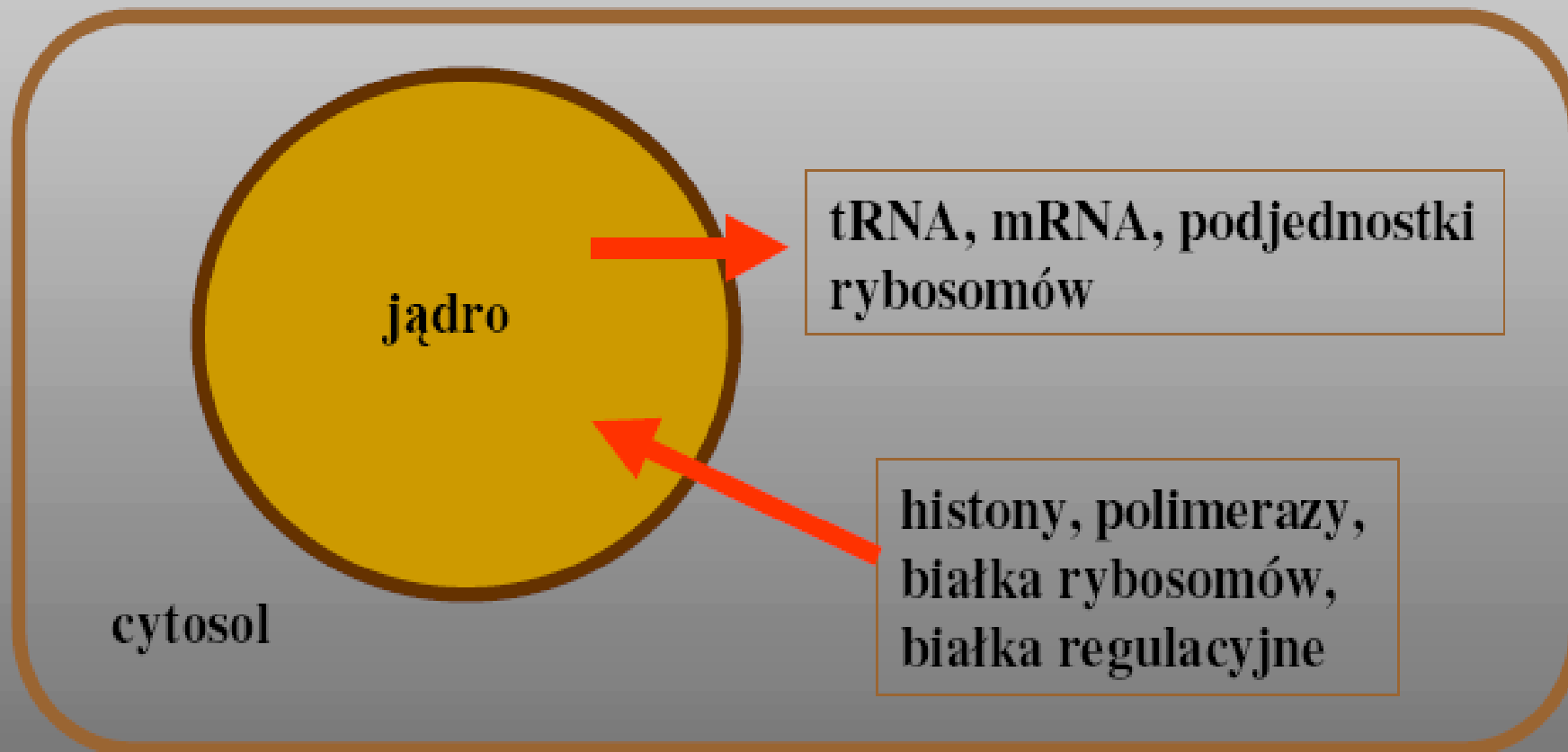
Przestrzeń międzychromatynowa

Błona jądrowa

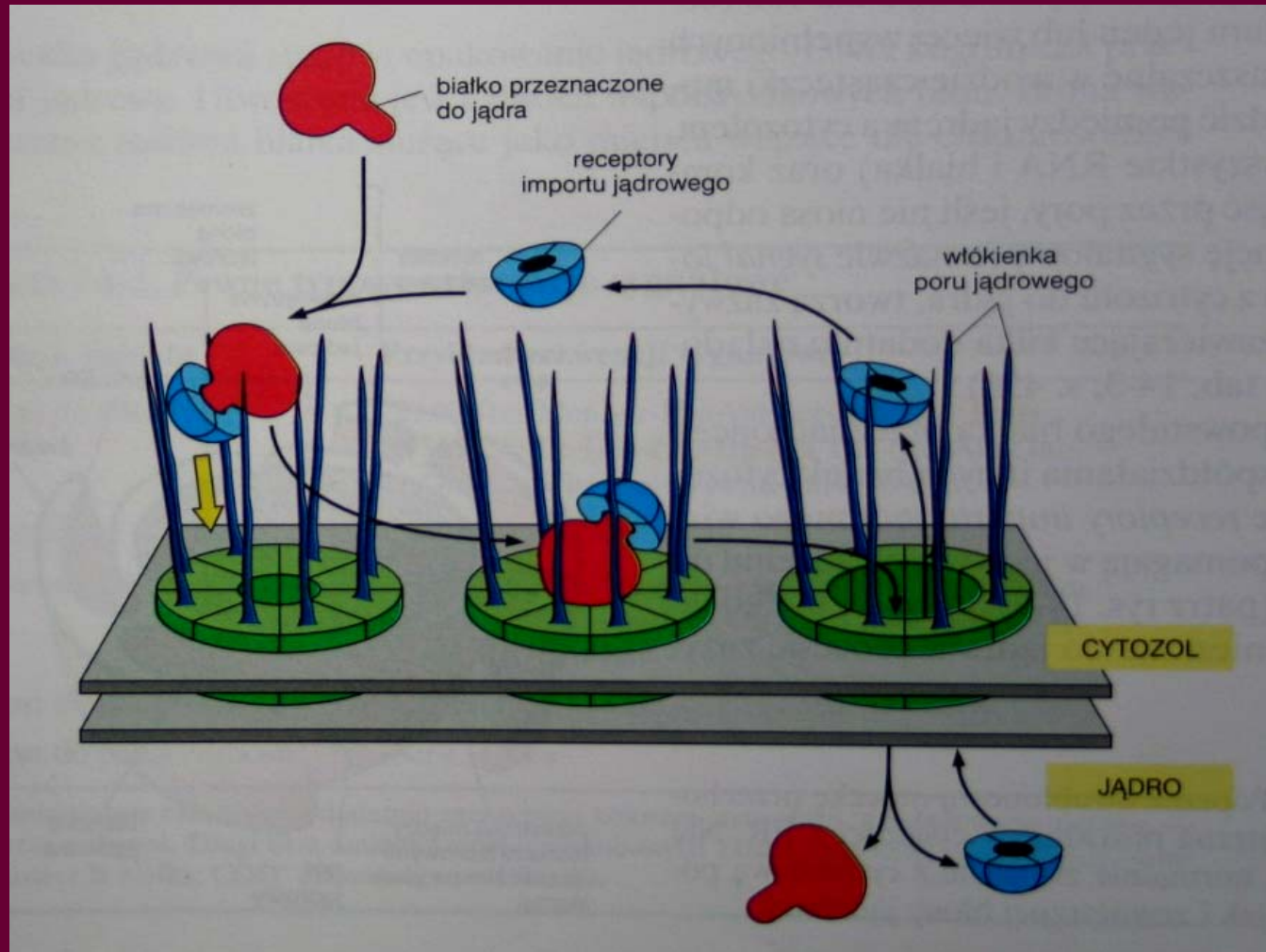


Transport jądro - cytosol

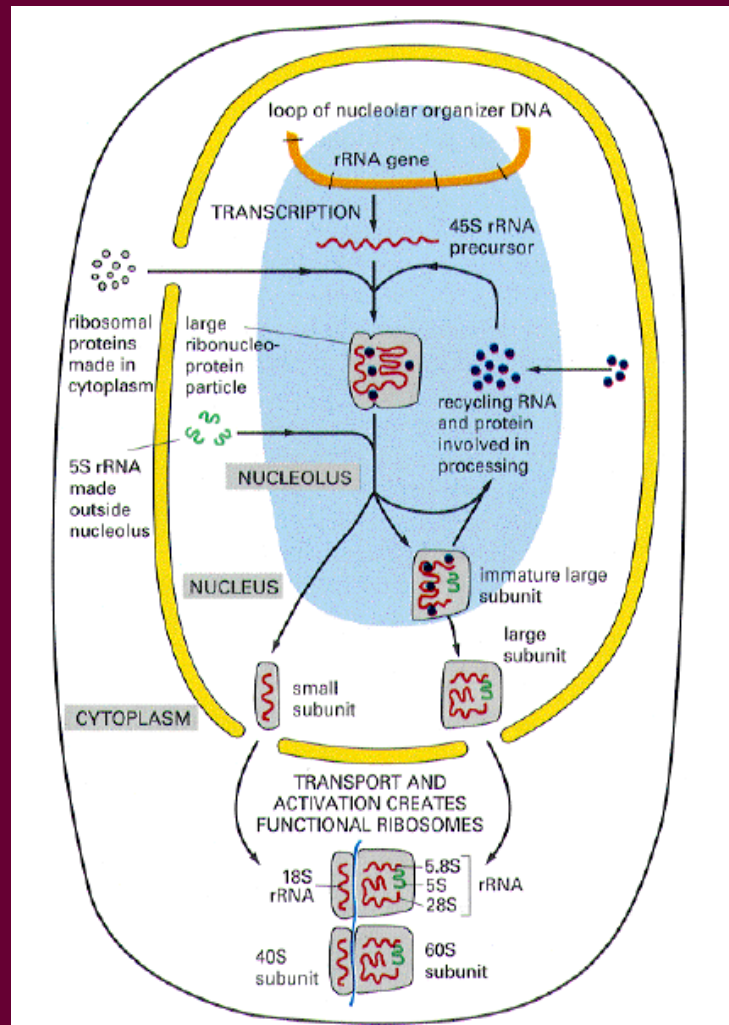
Dwukierunkowy - selektywny



Transport przez pory jądrowe



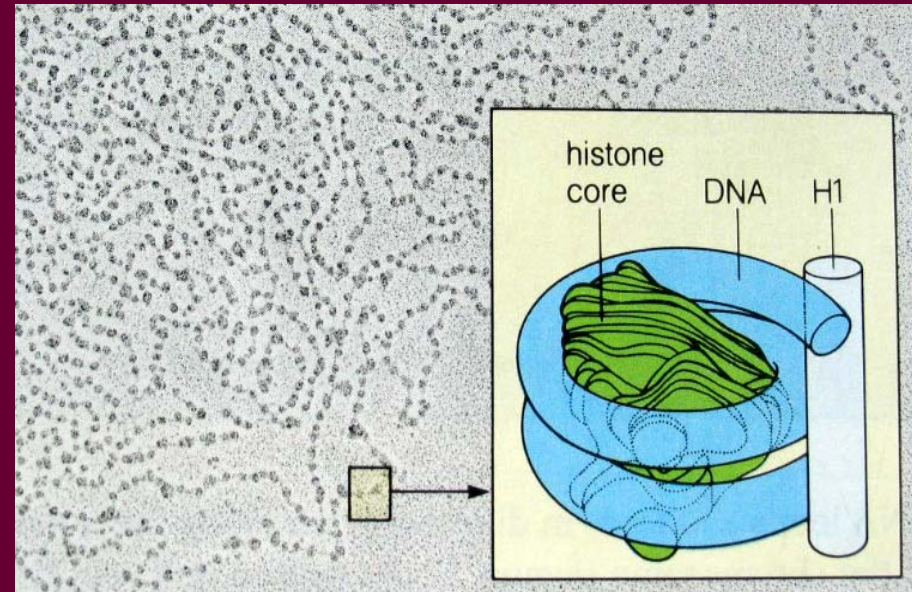
W jąderku wytwarzany jest r-RNA i powstają rybosomy



Chromatyna ma strukturę ziarnistą

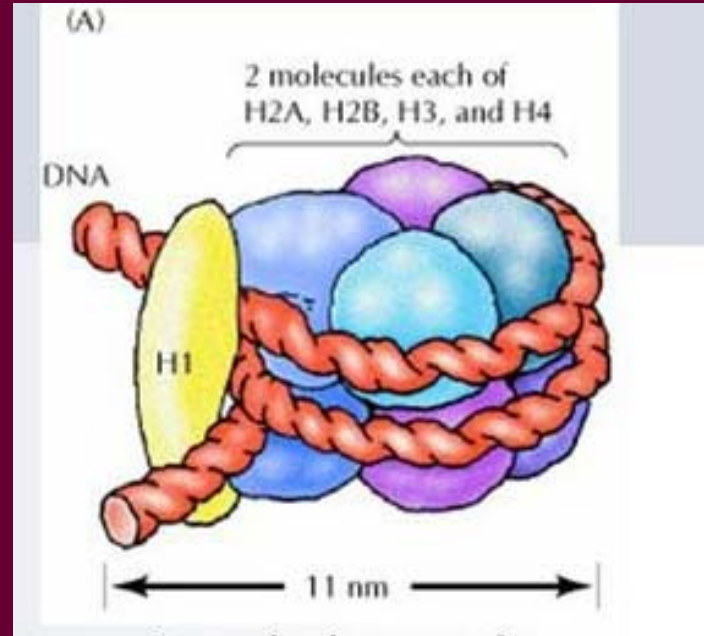
Składa się z nukleosomów

- Nukleosom składa się z białkowego rdzenia
- DNA (146 pz) nawiniętego na nukleosom (2 zwoje)
- Spiętego histonem H1



Histony

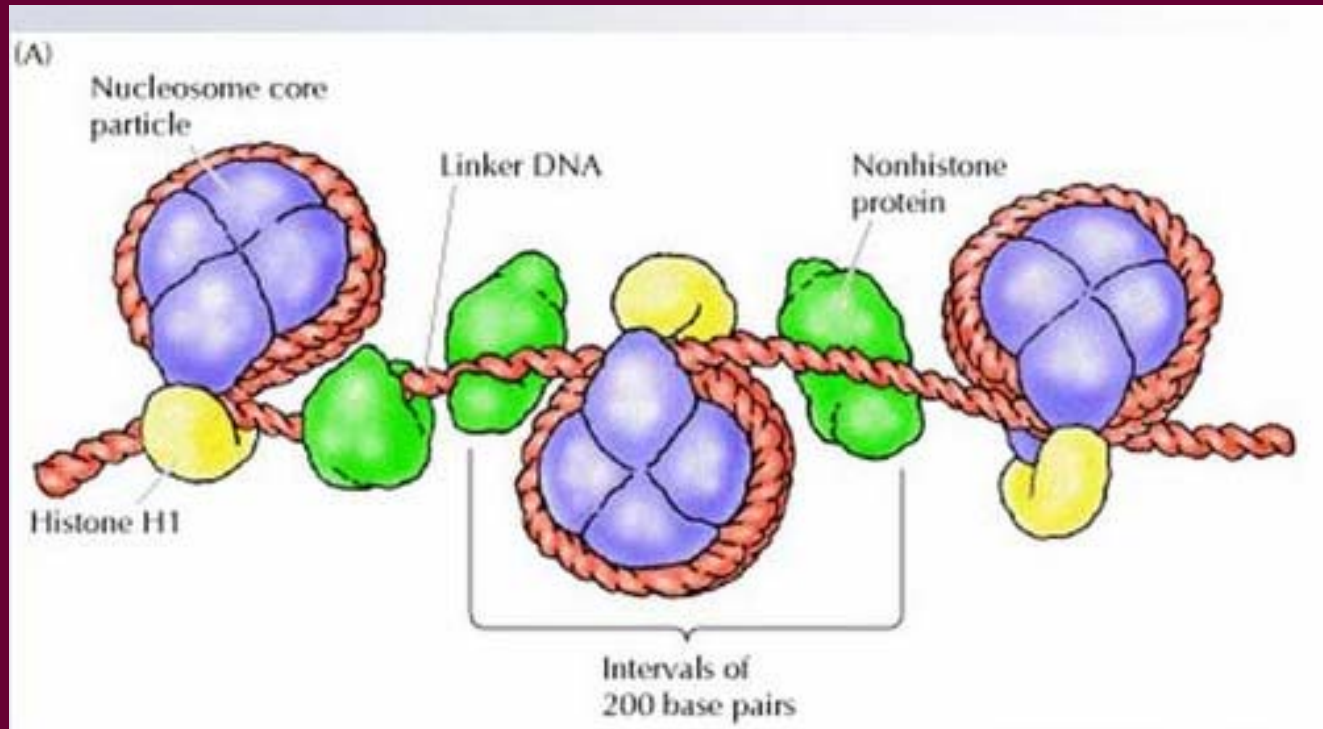
- Małe zasadowe białka o ładunku dodatnim
- Po dwie cząsteczki histonów H2A, H2B, H3 i H4 tworzą **oktamer** – rdzeń nukleosomu
- Duży histon 1 spina zwoje dna



Nukleosom

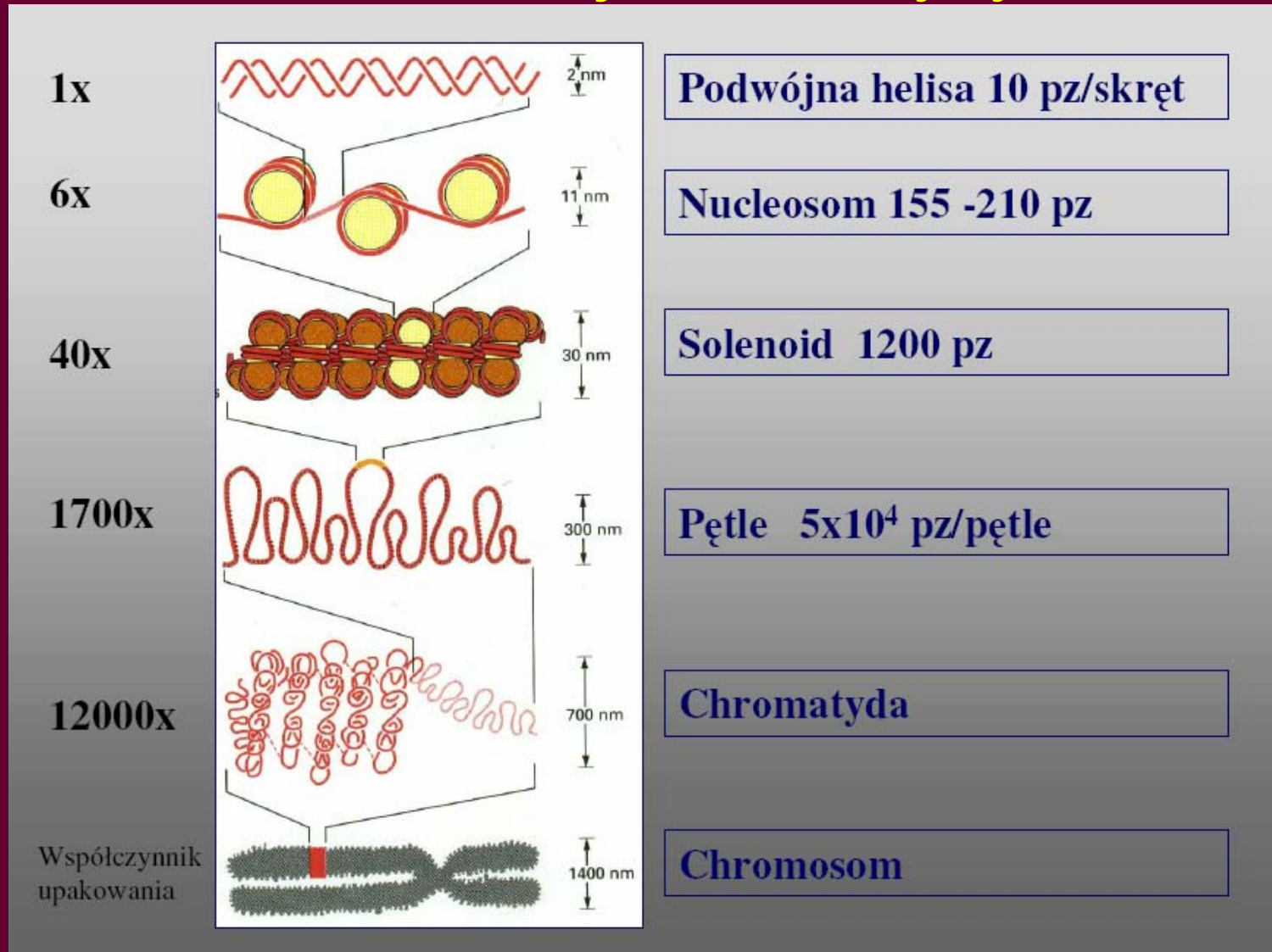


Nukleosomy łączą się przez DNA łącznikowy (54pz)

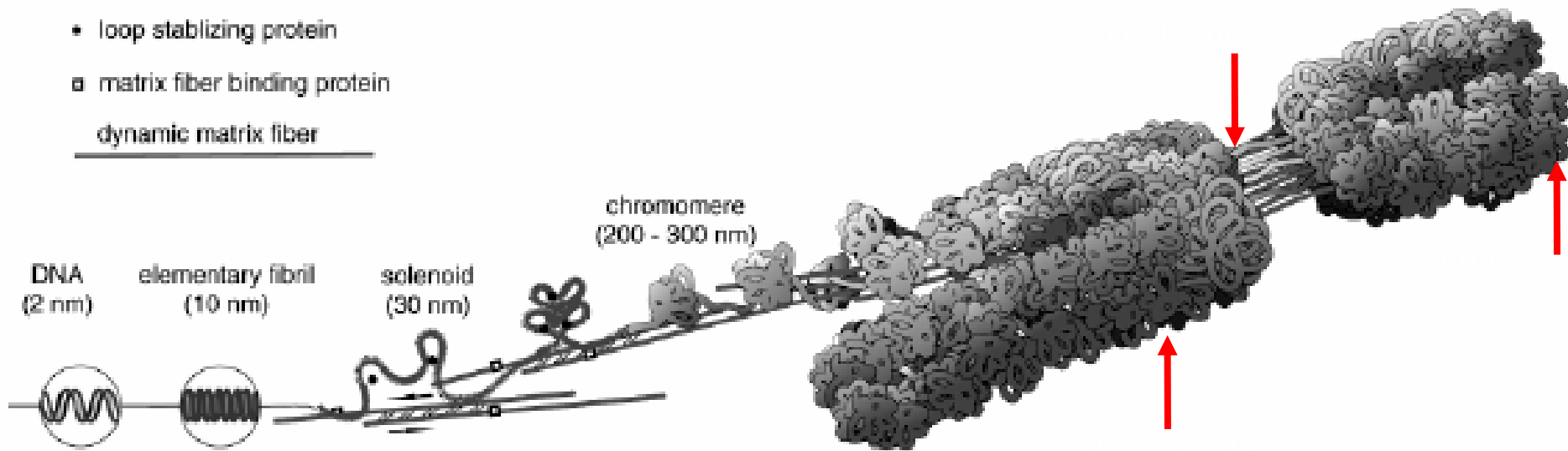


54pz + 146pz na rdzeniu = 200pz

Od DNA do chromosomu – kolejne stopnie kondensacji chromatyny

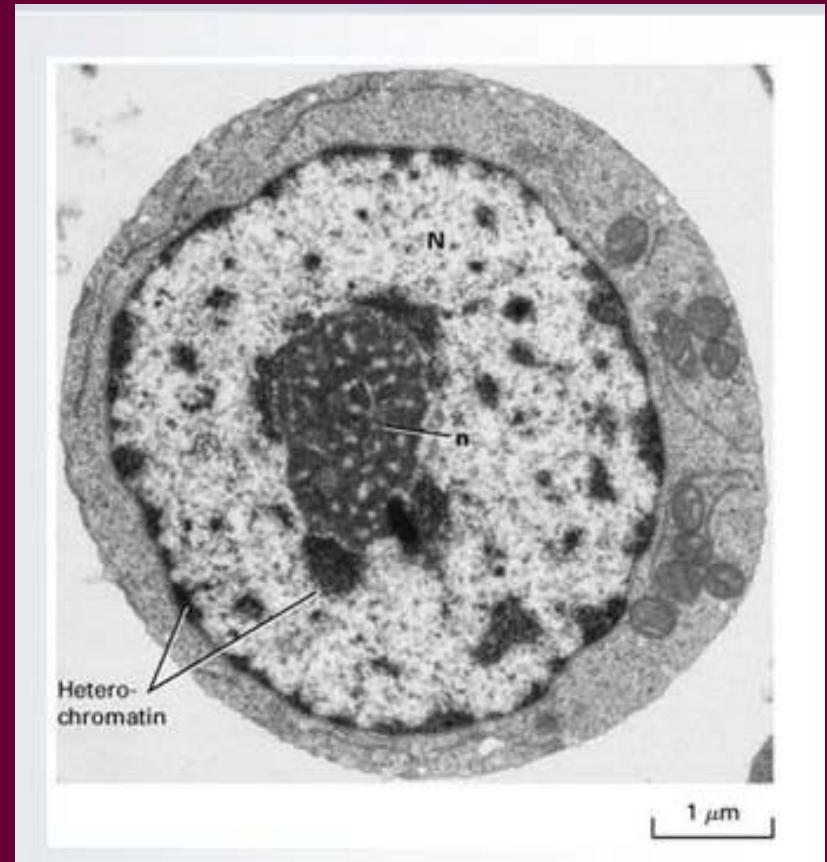


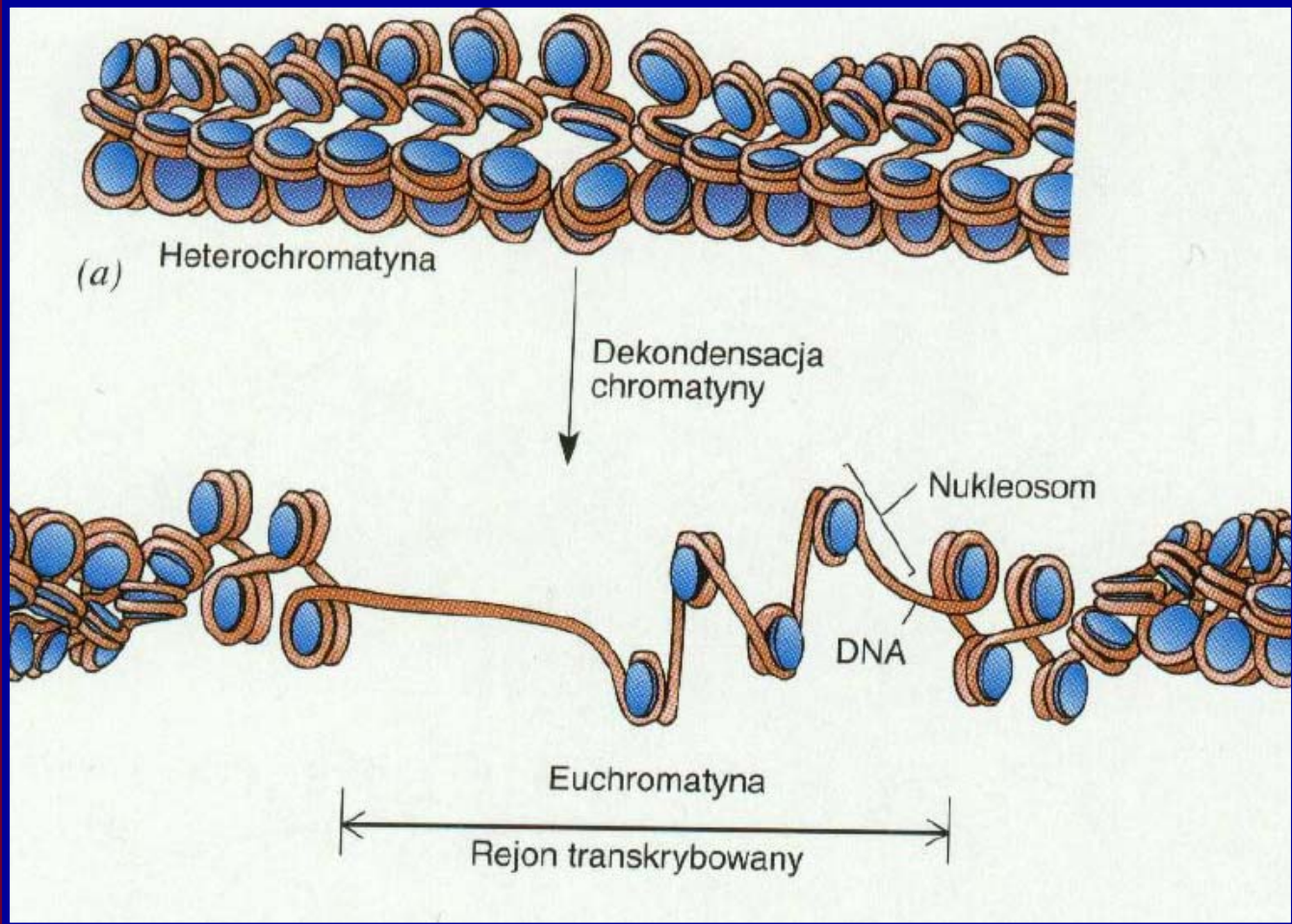
- loop stabilizing protein
 - matrix fiber binding protein
- dynamic matrix fiber



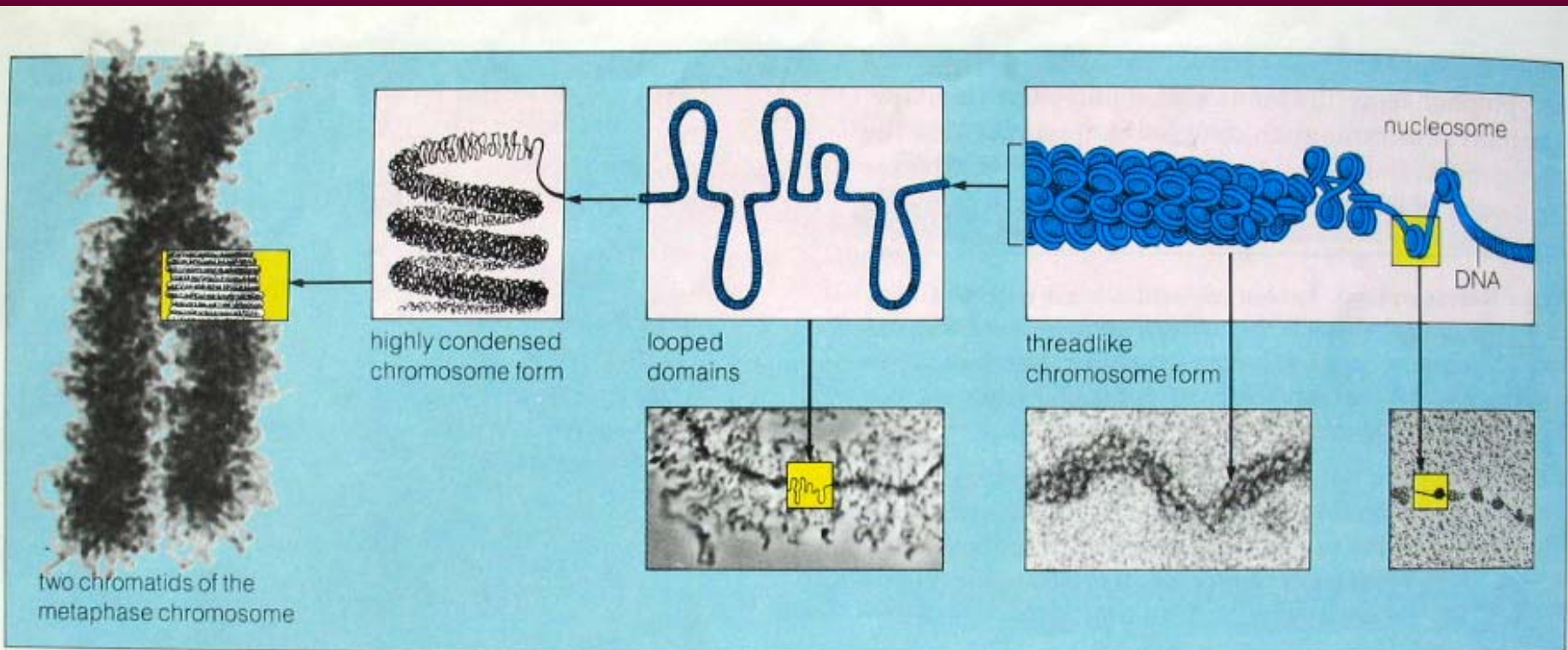
Chromatyna występuje w jądrze komórkowym w dwóch postaciach upakowania:

- **Heterochromatyna** – ma strukturę skondensowaną, jest nieaktywna transkrypcyjnie
 - Konstytutywna
 - Fakultatywna
- **Euchromatyna** – ma strukturę rozluźnioną, jest aktywna transkrypcyjnie





Od chromatyny do chromosomu



Chromosomy powstają przez kondensację chromatyny w czasie podziału komórkowego

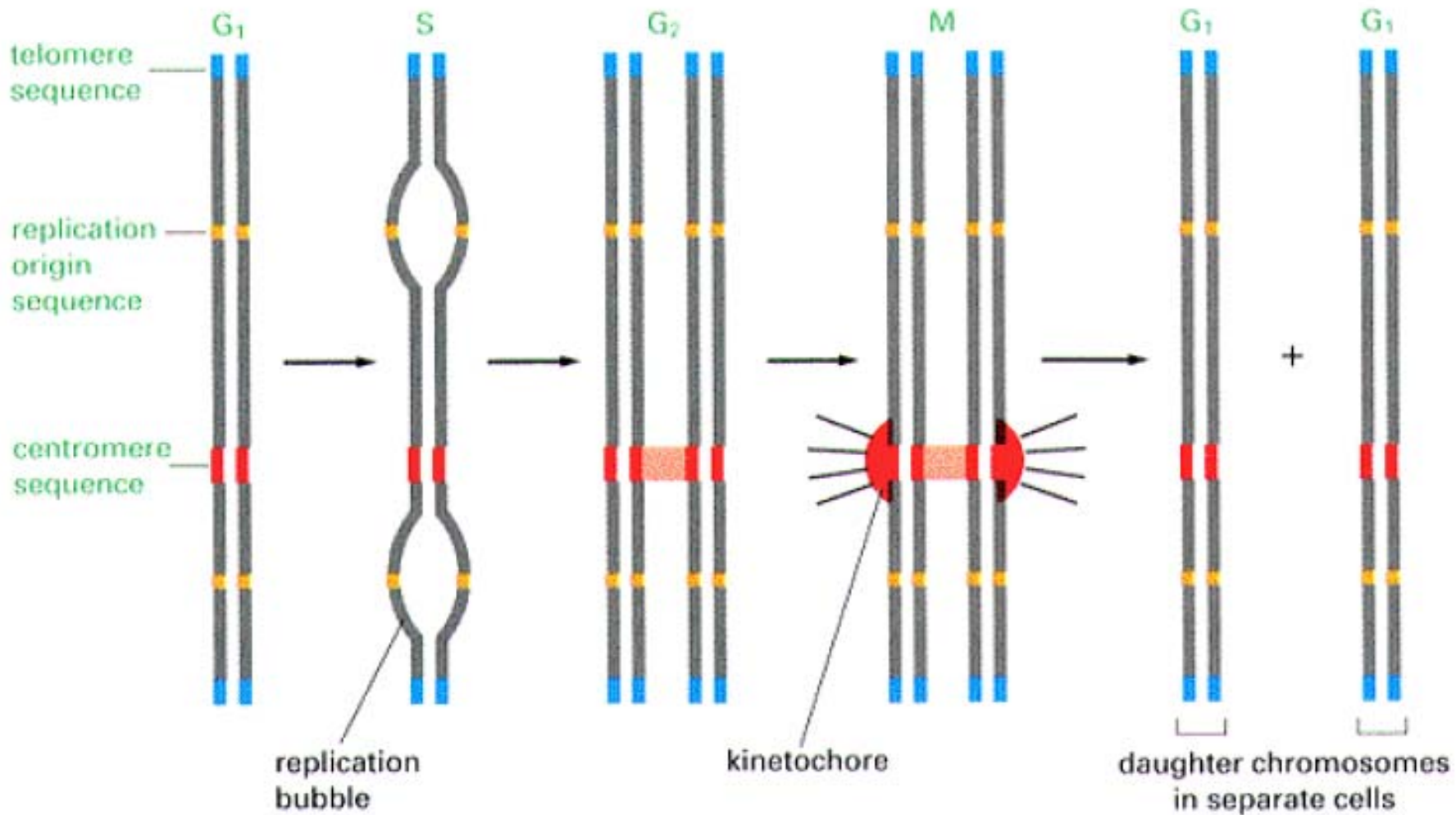
Chromosom eukariotyczny

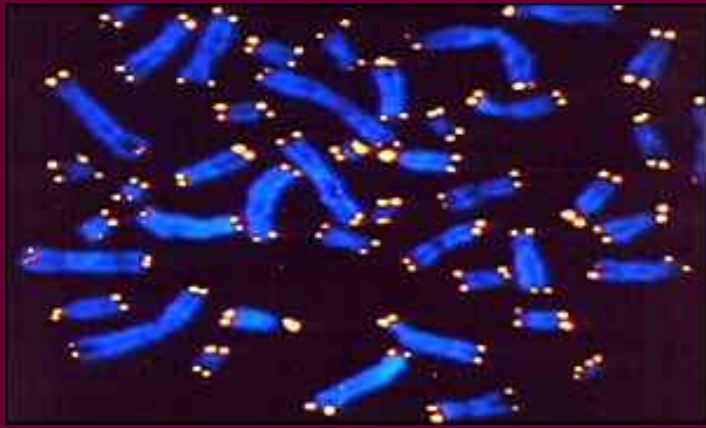
- Zawiera jedną liniową cząsteczkę DNA
- Powinien zawierać
 - **Telomery**
 - **Centromer**
 - Miejsca inicjacji replikacji DNA



Centromery i telomery







TELOMERY



- Występują na końcach chromosomów,
- Specjalne DNA powtórzenia sekwencji TTAGGG
- Chronią chromosomy przed degeneracją i fuzją końców
- Przy każdym podziale komórki dochodzi do skracania telomerów → starzenie komórek

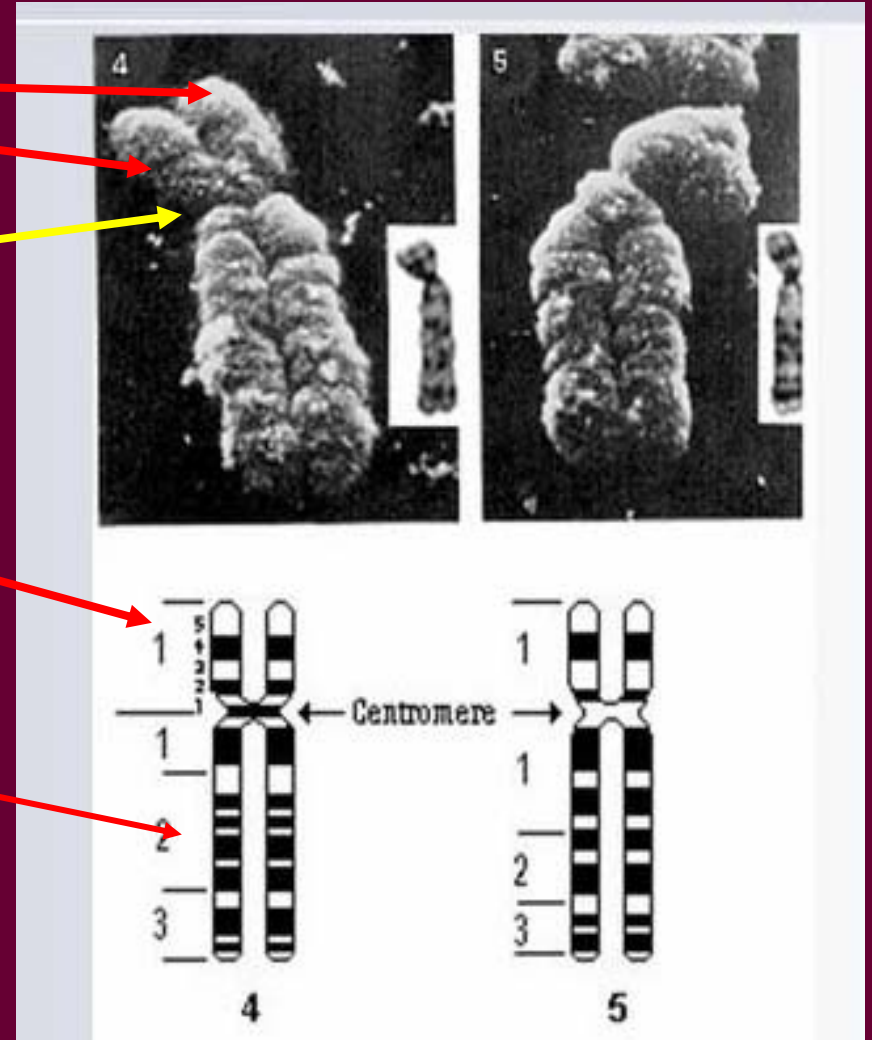
Chromosom metafazowy

- Chromatydy

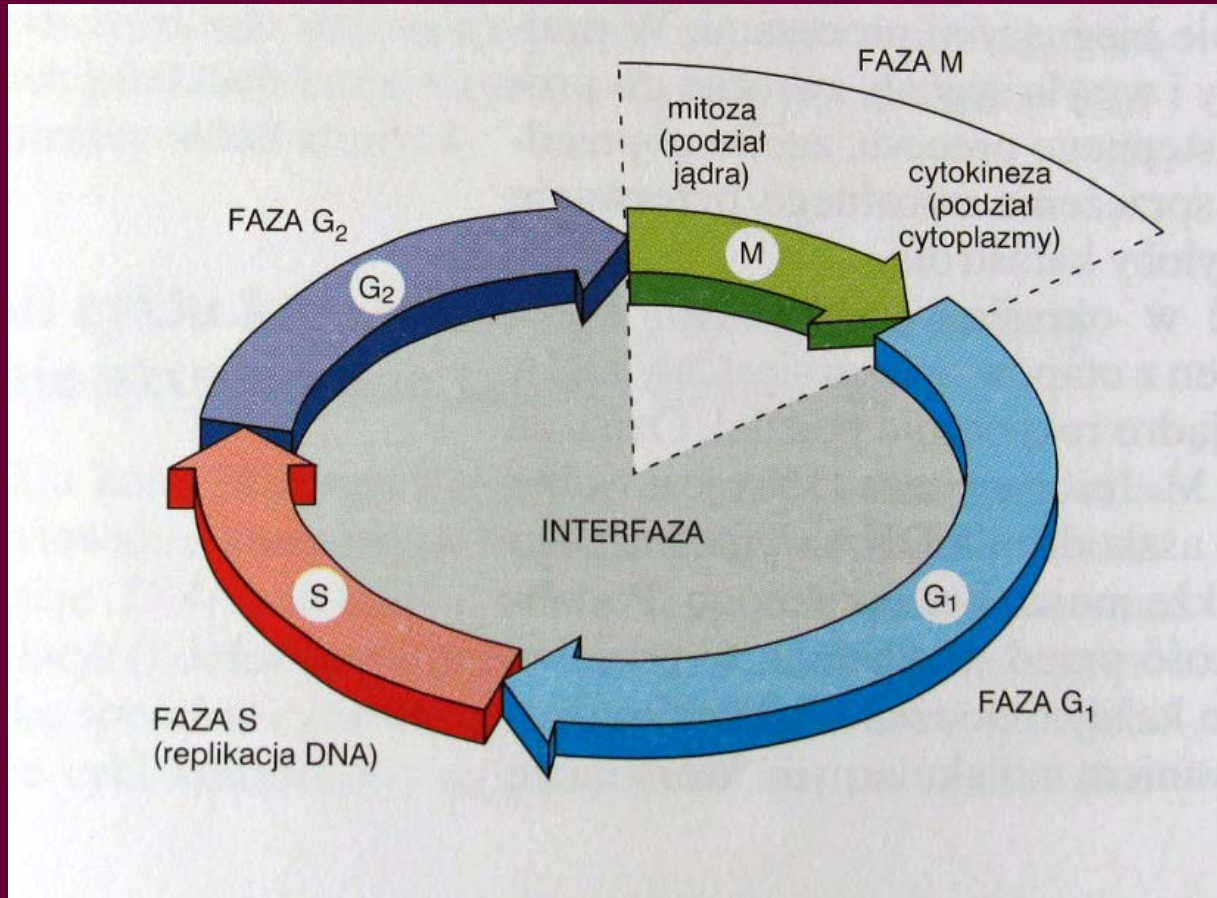
- Centromer

- Ramię krótkie

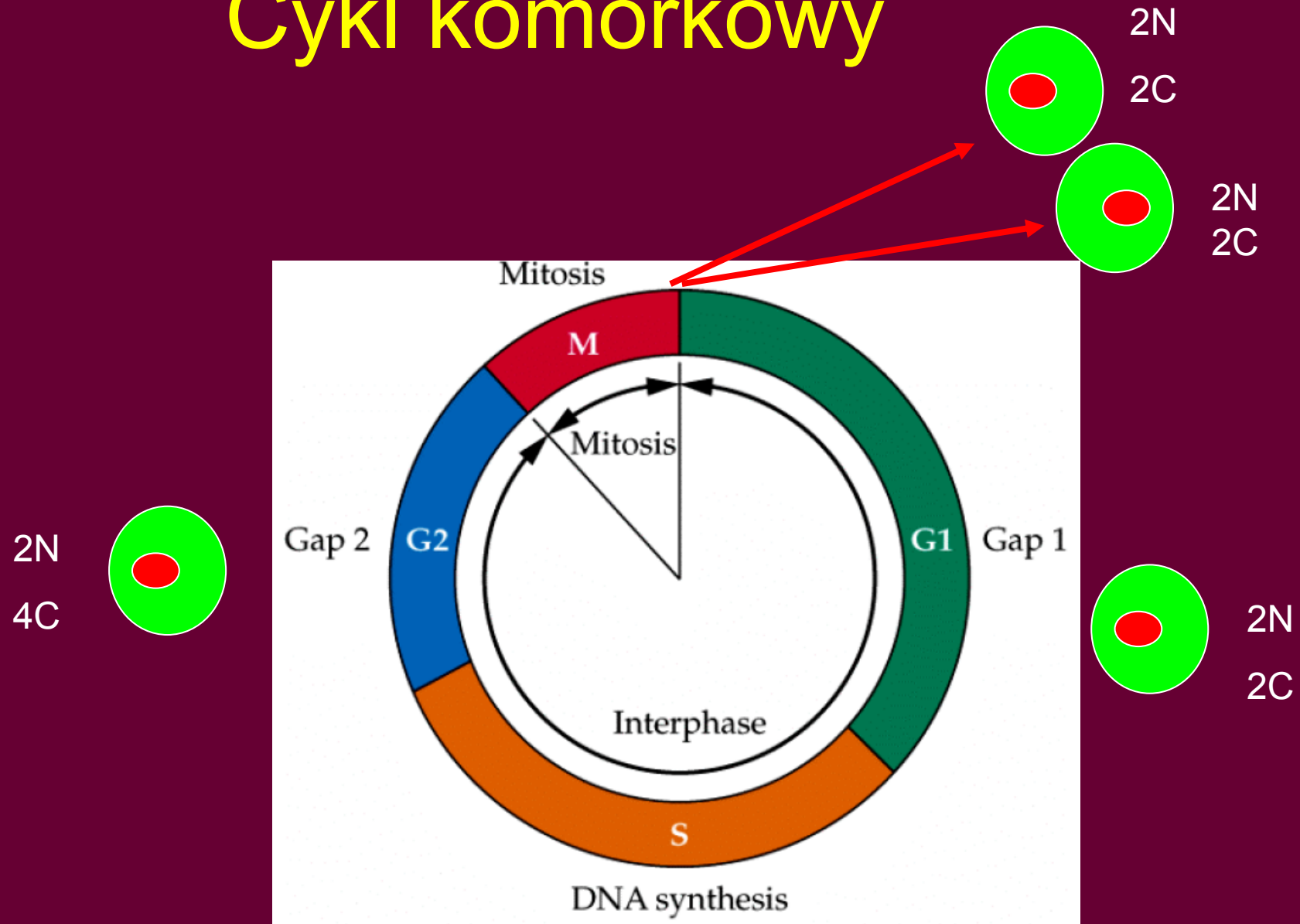
- Ramię długie



Cykl komórkowy



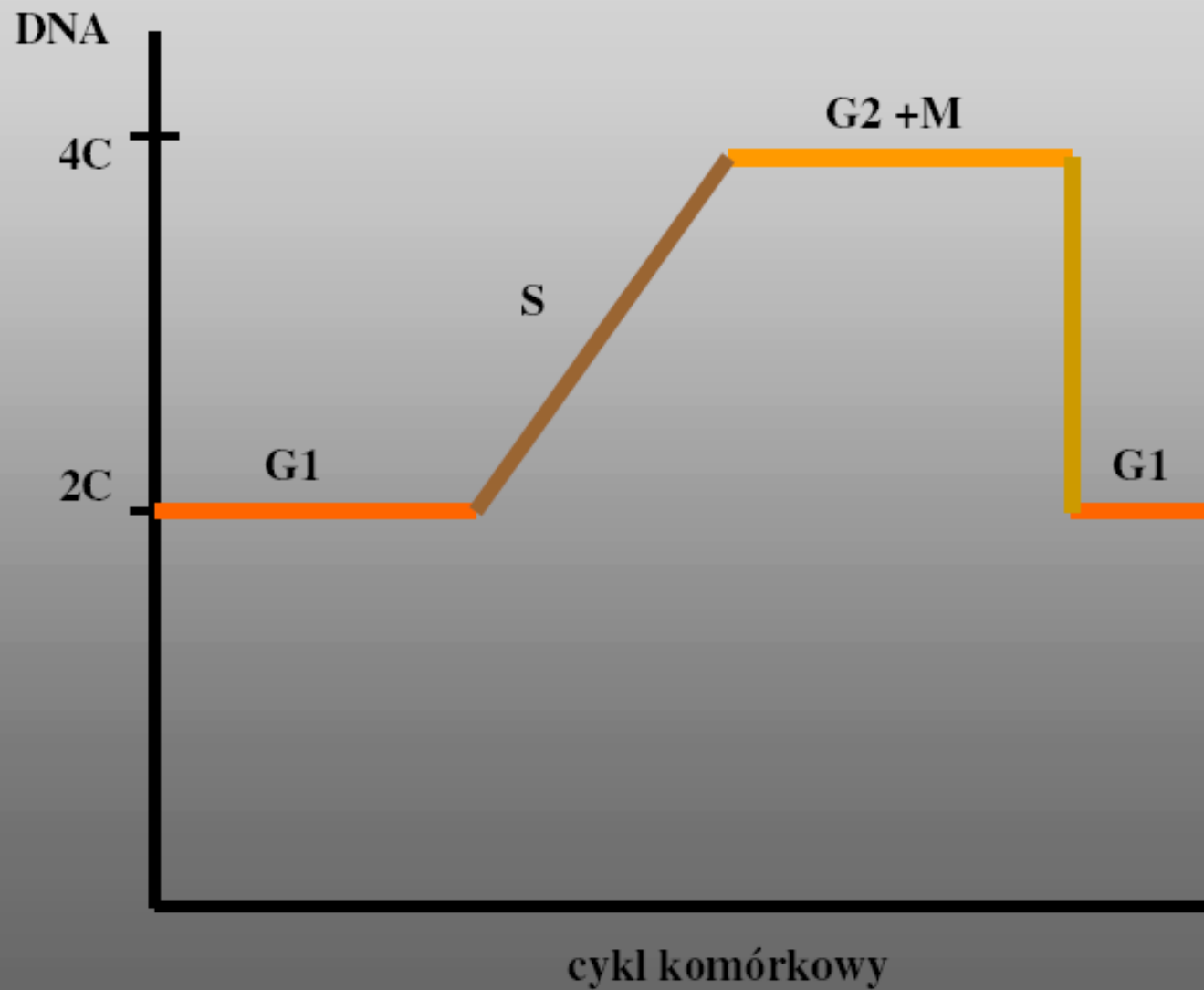
Cykl komórkowy



Mitoza

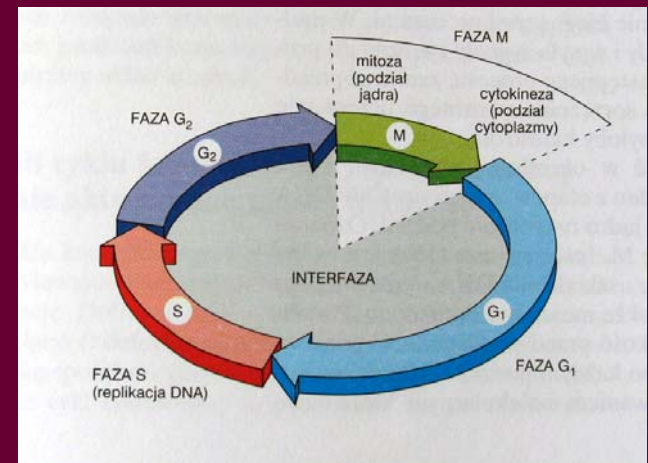
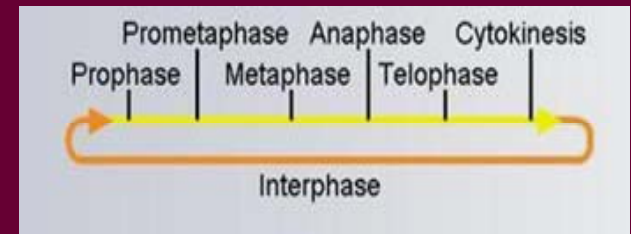
- Powstają dwie komórki potomne z identyczną jak komórki macierzyste liczbą chromosomów i ilością DNA – podział zachowawczy
- Każda mitoza poprzedzona jest replikacją DNA.

Synteza DNA w cyklu komórkowym



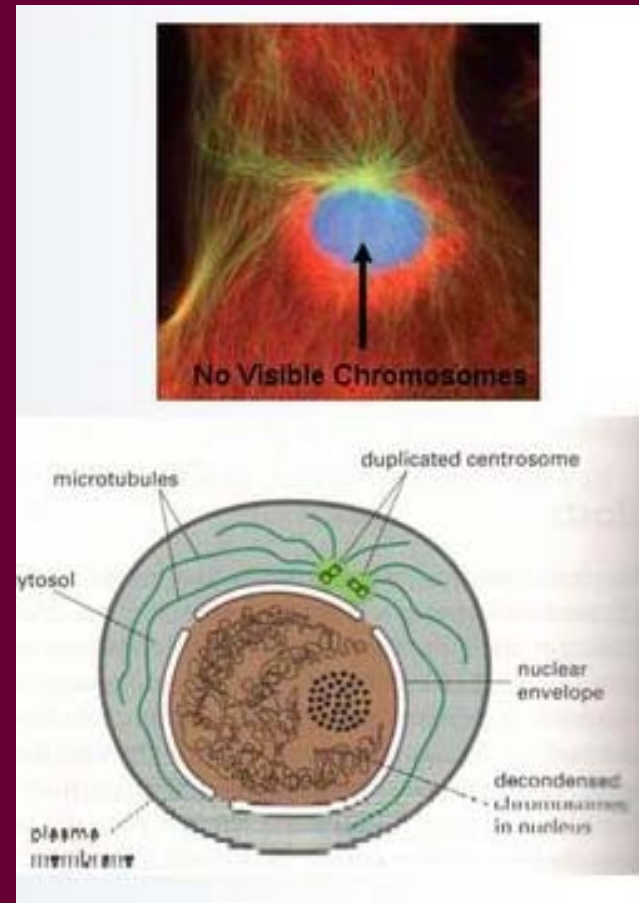
Mitoza

- Składa się z fazy podziału jądra (kariokinezy), który zachodzi w 5 etapach:
 - Profaza
 - Prometafaza
 - Metafaza
 - Anafaza
 - Telofaza
- Fazy cytokinezy – podziału cytoplazmy



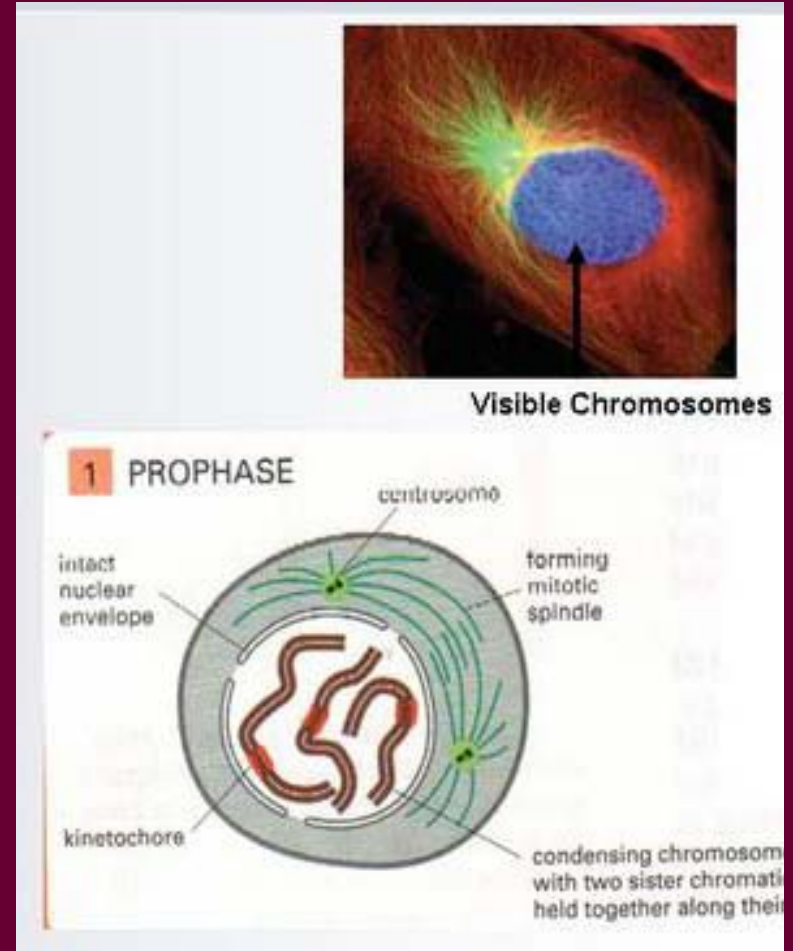
Komórka podejmuje decyzję o podziale w interfazie

- Po fazie S każdy chromosom składa się z dwóch chromatyd
- Podział centrosomu
- Zaczyna powstawać wrzeciono



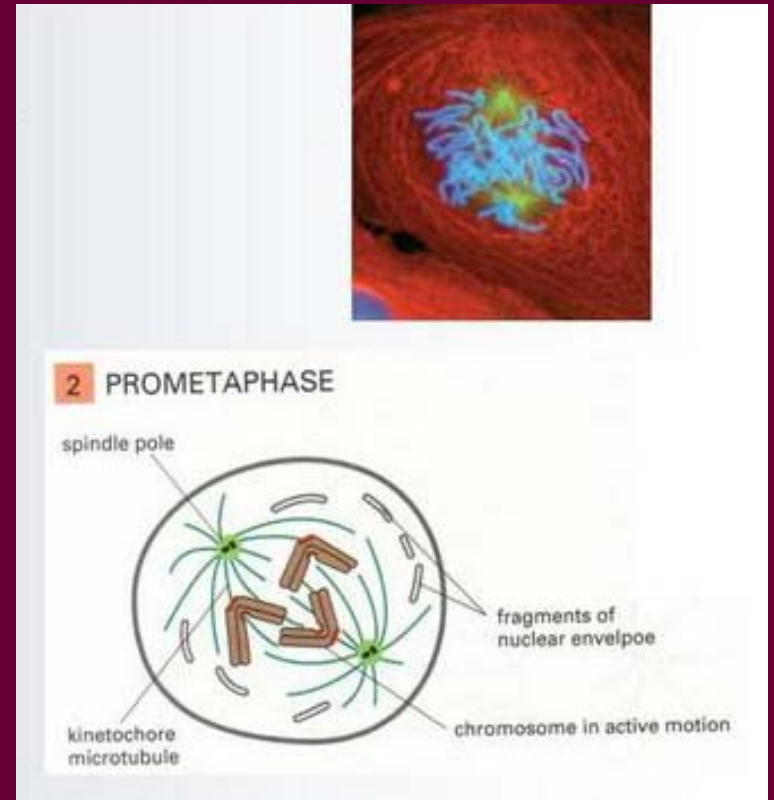
Profaza

- Początek kondensacji chromosomów
- Centrosomy rozchodzą się do przeciwległych biegunów
- Powstaje wrzeciono i kinetochory

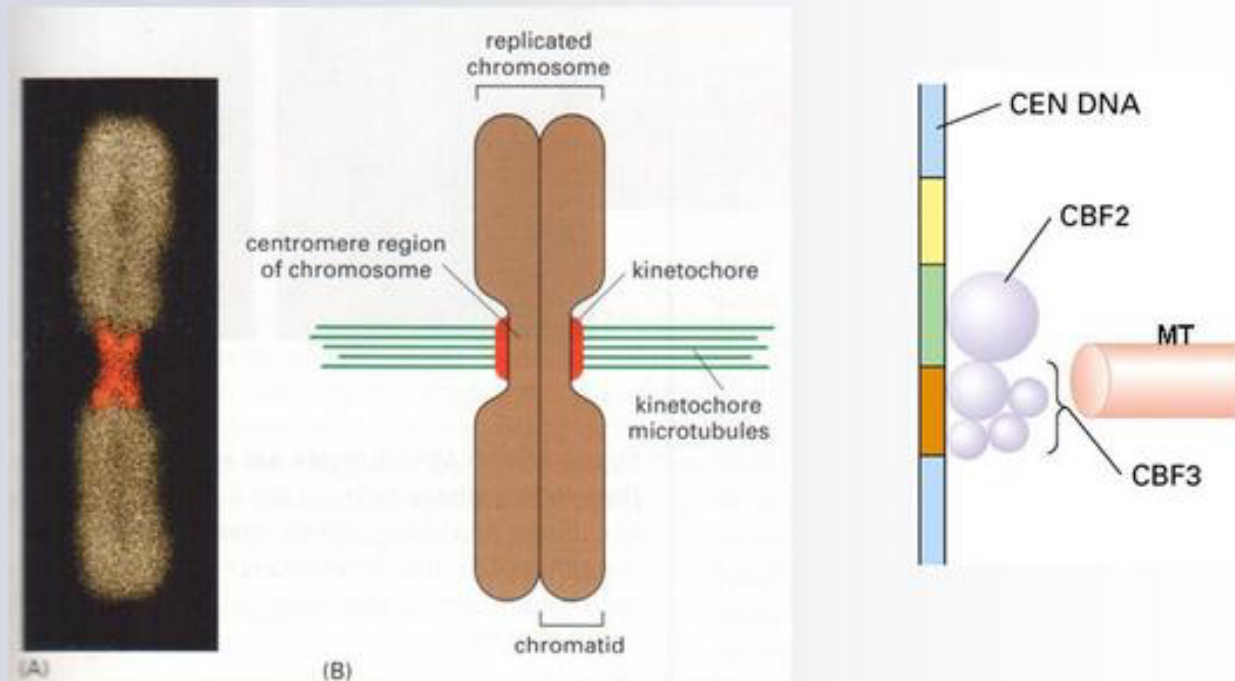


Prometafaza

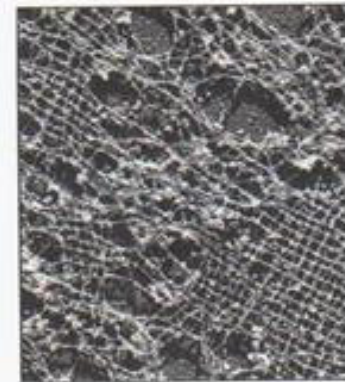
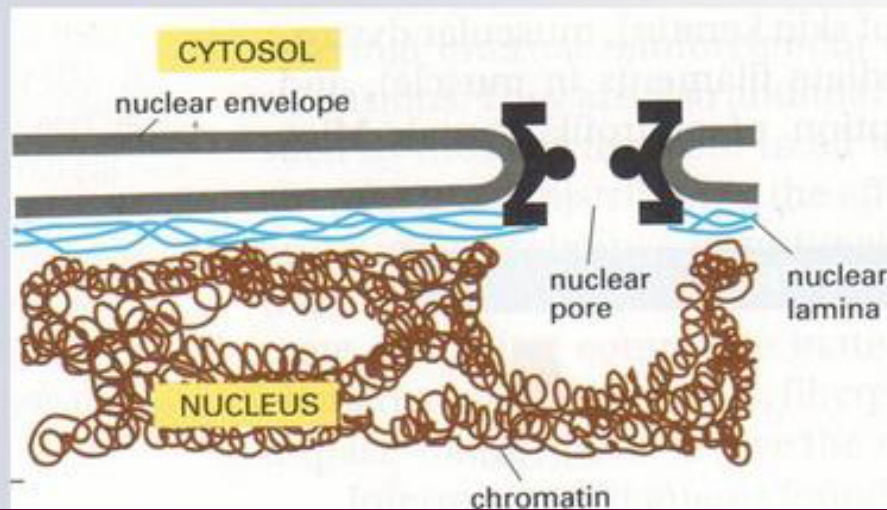
- Rozpada się błona jądrowa
- Mikrotubule wrzeciona łączą się z chromatydami przez kinetochory



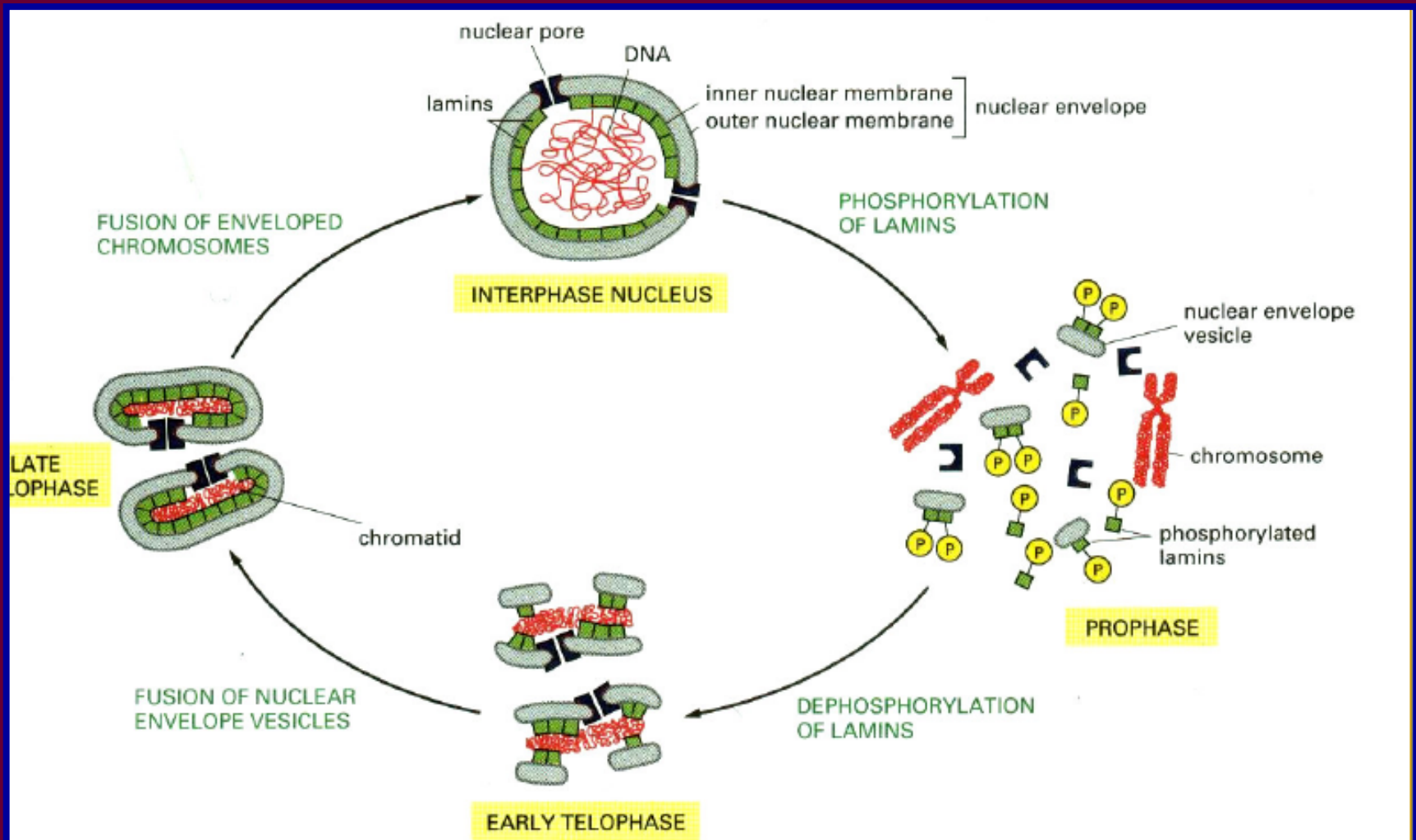
Kinetochory zawierają specjalne białka łączące się z DNA centromerów

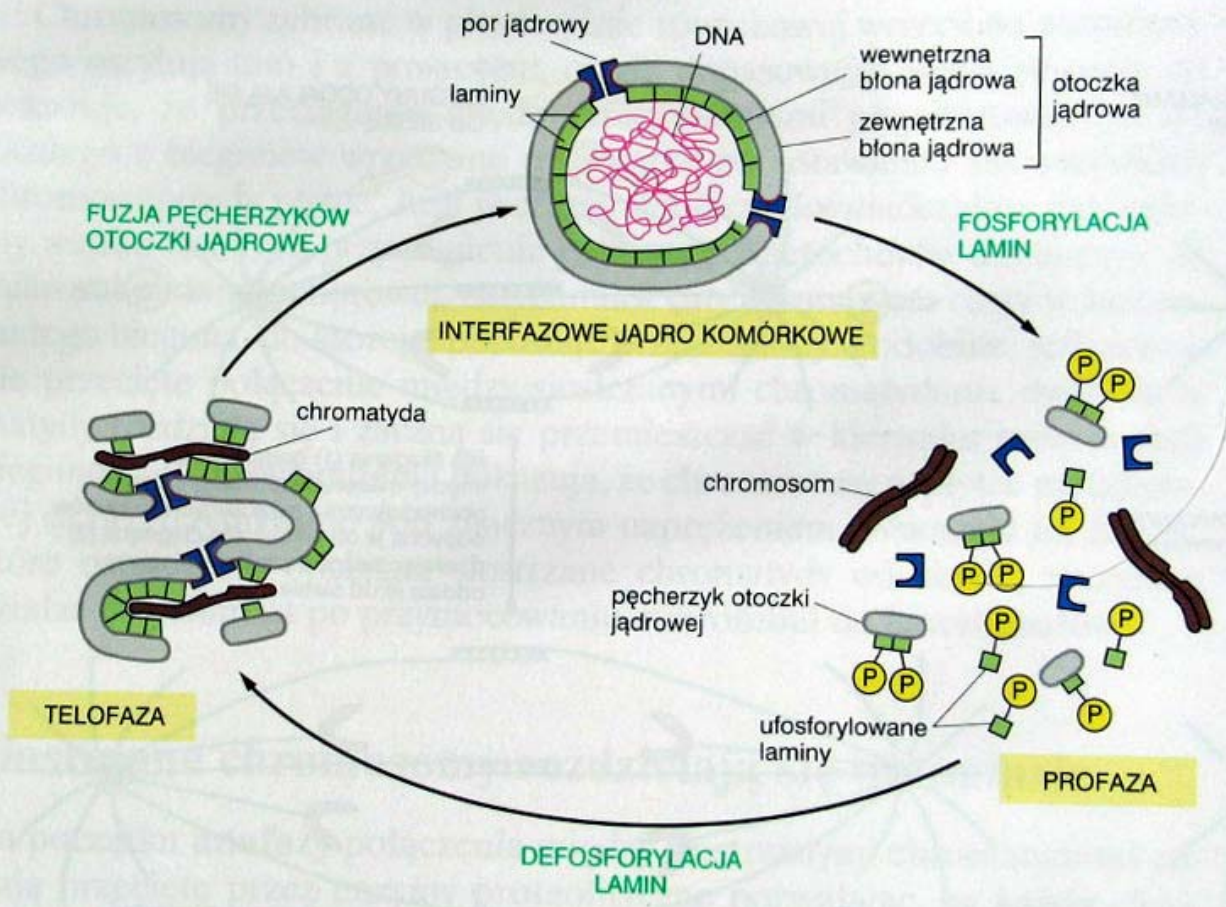


Błona jądrowa



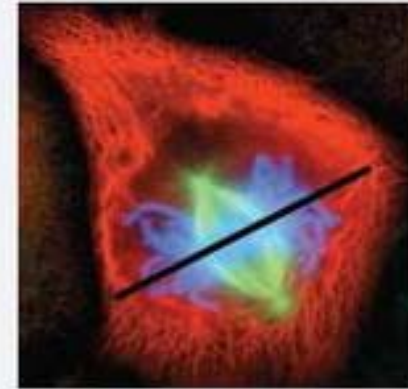
Błona jądrowa zanika w profazie (prometafazie) i odtwarza się w telofazie



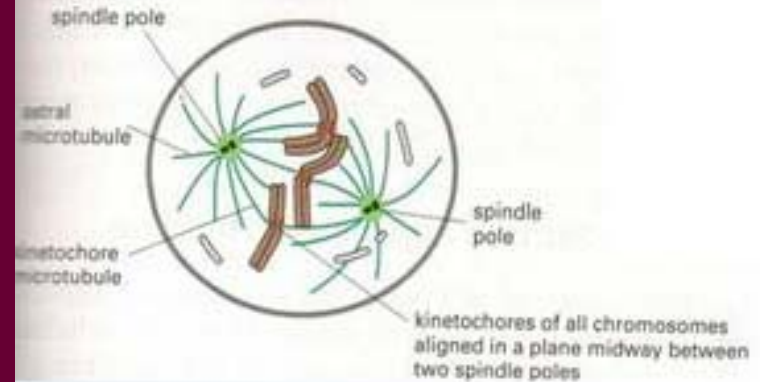


Metafaza

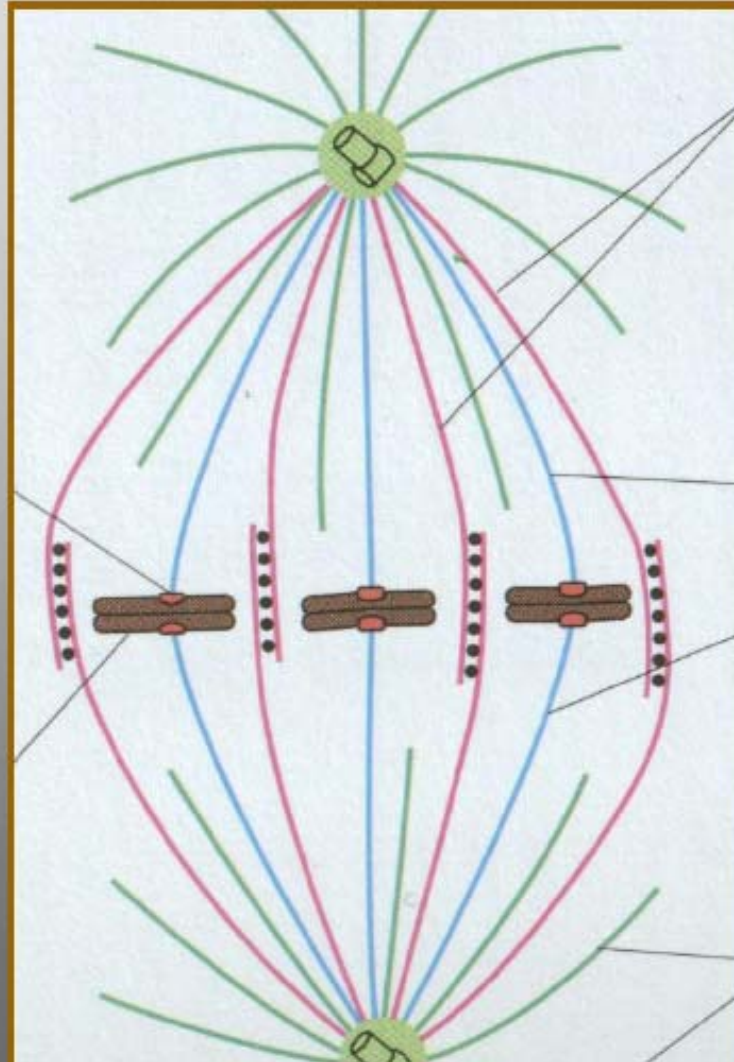
- Chromosomy ustawiają się w płycie równikowej
- Kinetochory chromatyd siostrzanych są dołączone do mikrotubul przeciwnych biegunów wrzeciona



3 METAPHASE



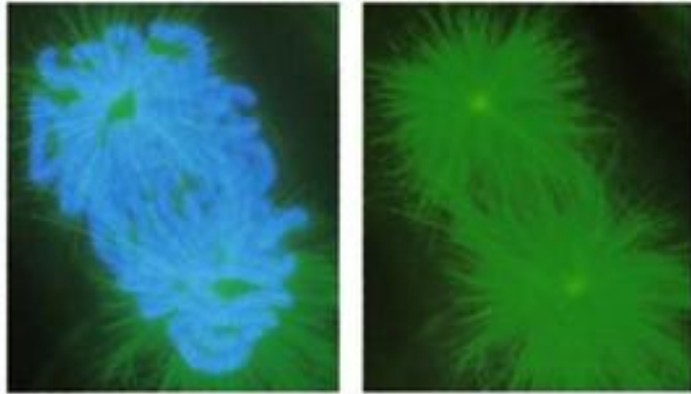
Wrzeciono kariokinetyczne



mikrotubule
kinetochorowe

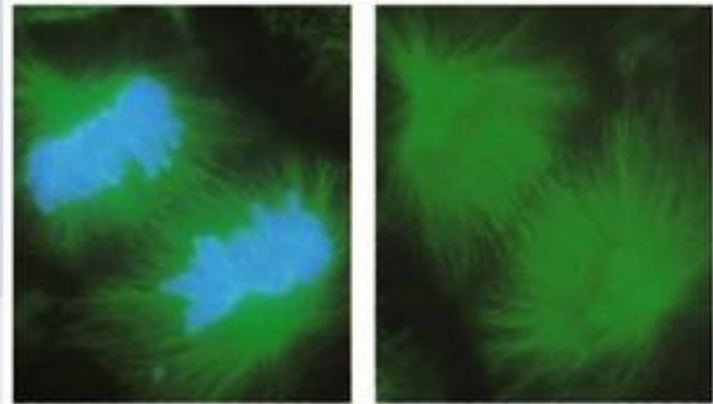
mikrotubule
biegunowe

(b)



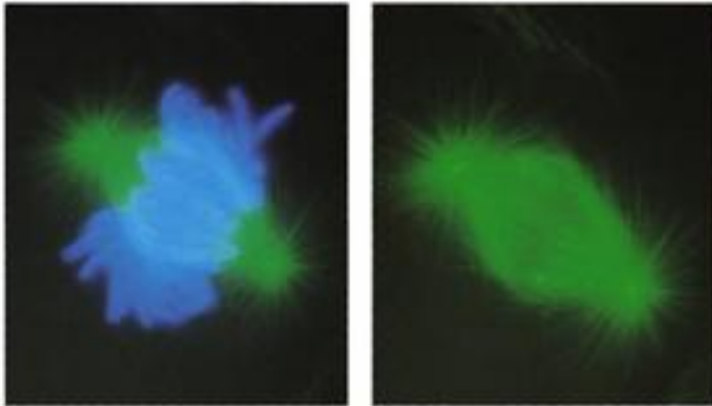
Late prophase

(d)

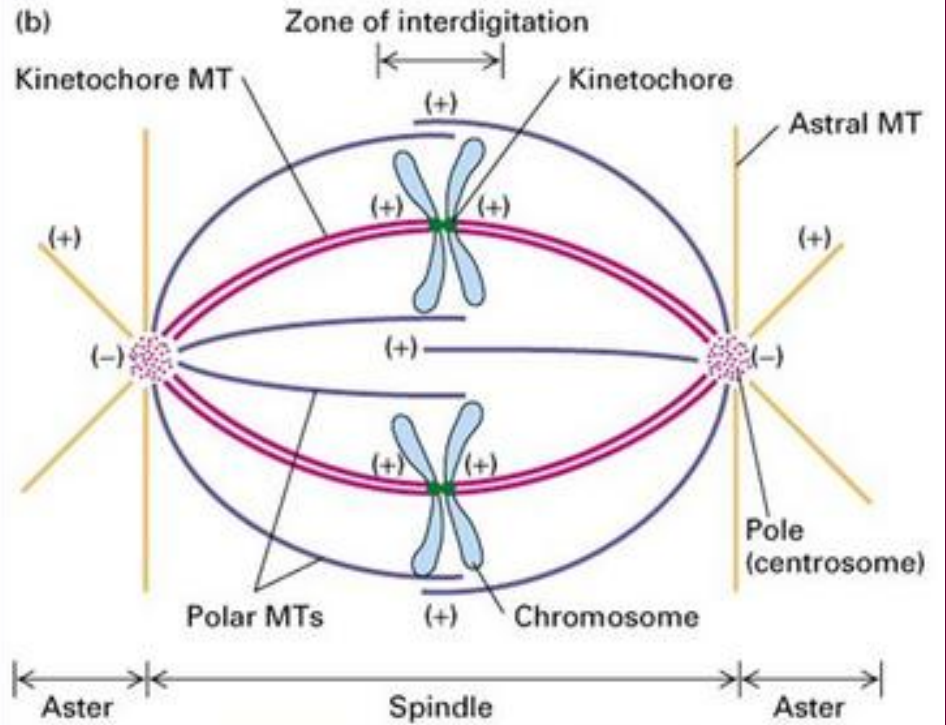


Anaphase

(c)

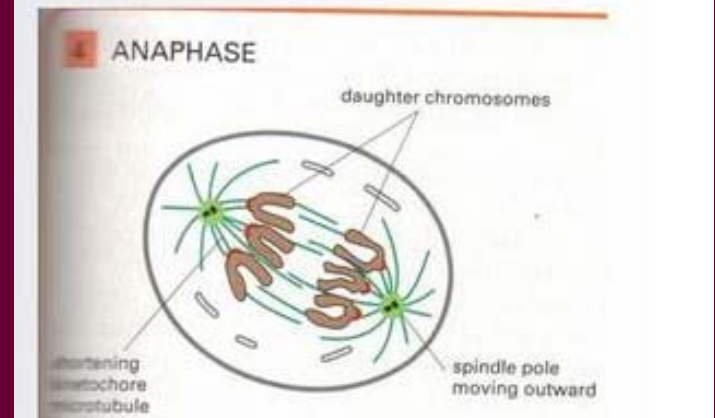


Metaphase



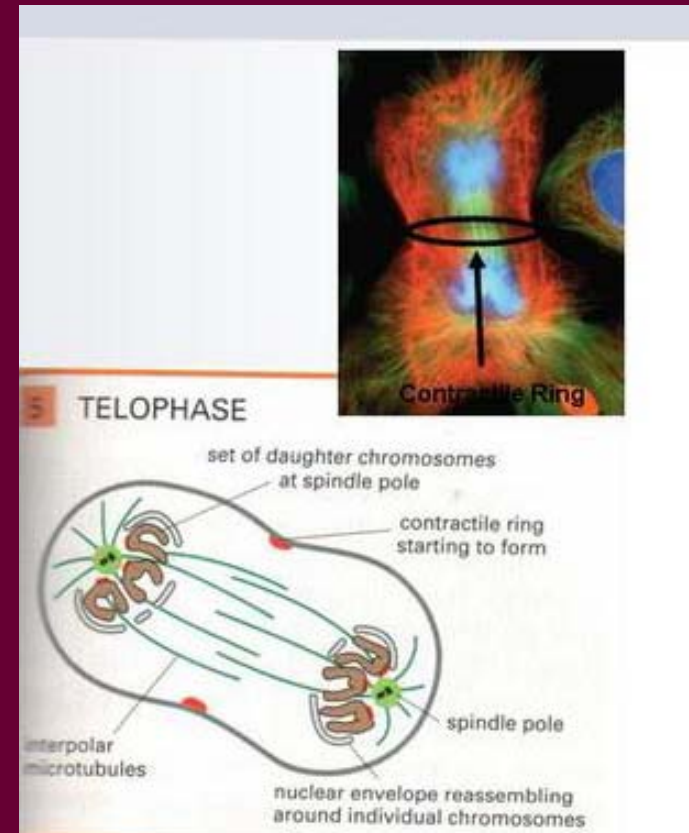
Anafaza

- Wrzeciono skraca się
- Chromatydy każdego chromosomu przechodzą do przeciwległych biegunów (po 46)



Telofaza

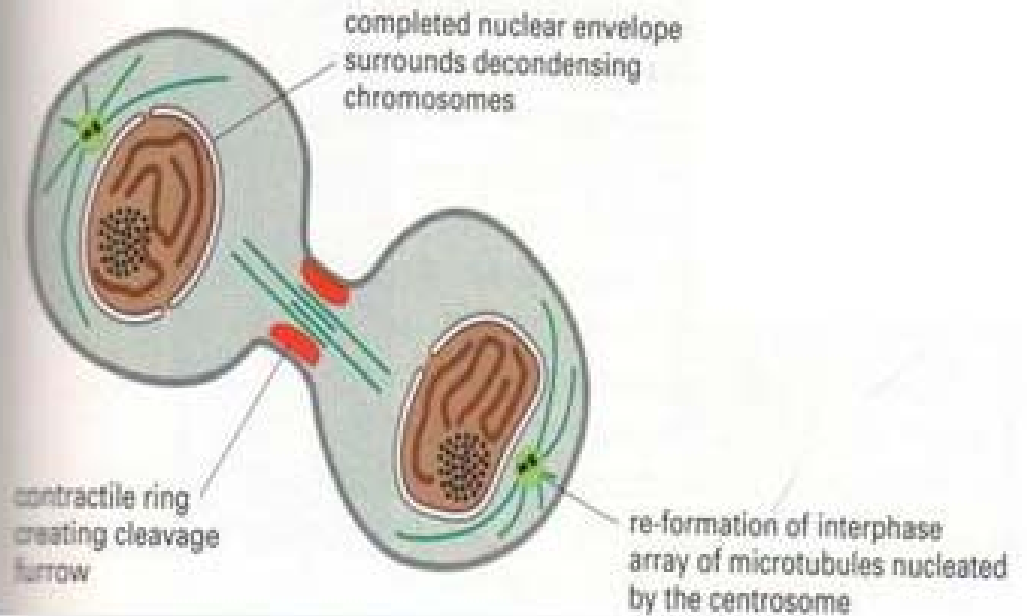
- Zestawy chromosomów na przeciwległych biegunach
- Odtwarzane jest otoczka jądrowa
- Dekondensacja chromatyny i odtworzenie jądra komórkowego
- Powstaje pierścień kurczliwy - cytokineza



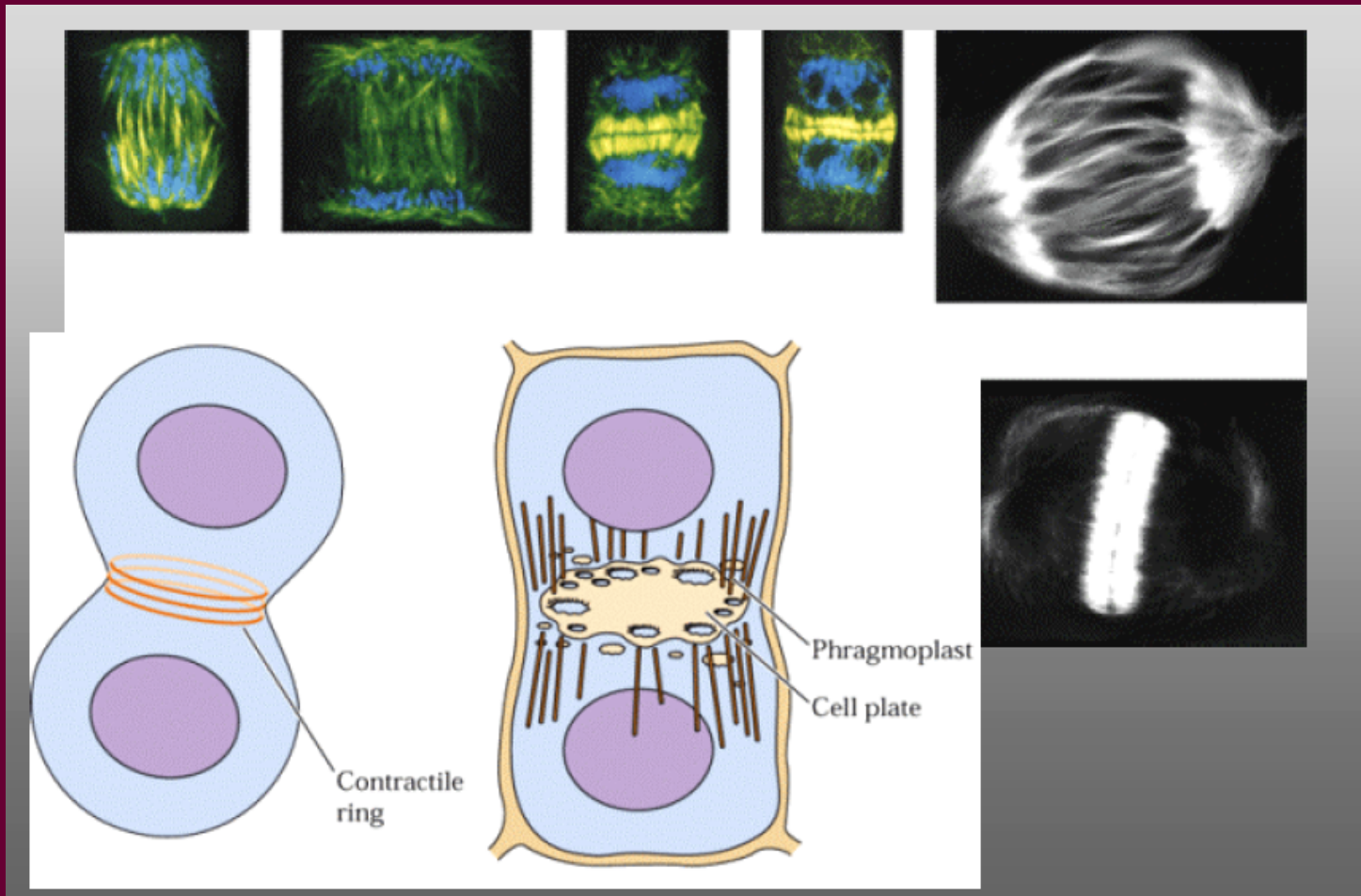
Cytokineza



5 CYTOKINESIS



Cytokineza w komórce zwierzęcej i roślinnej

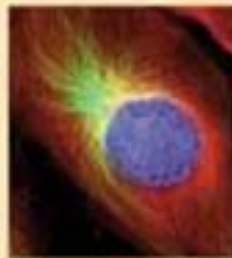


Mitoza

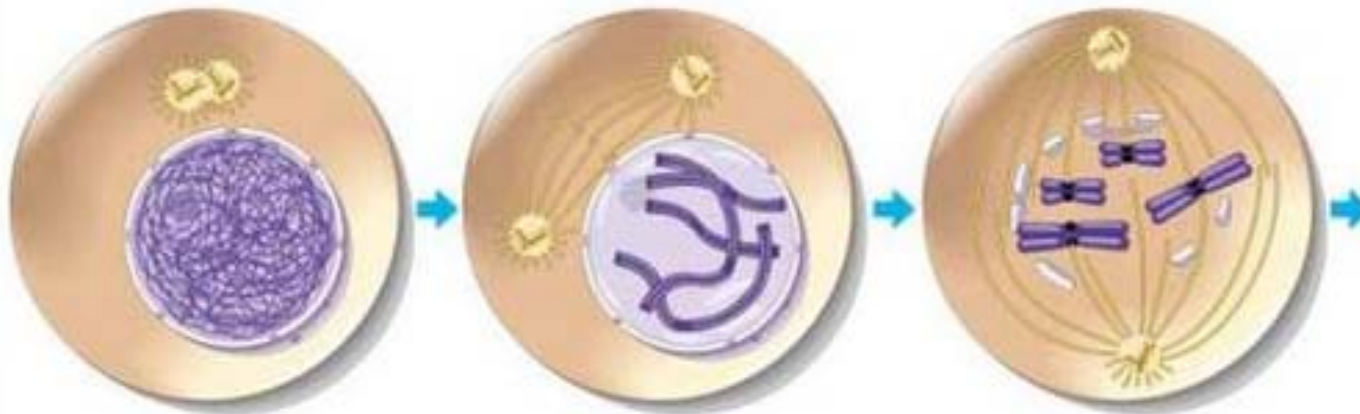
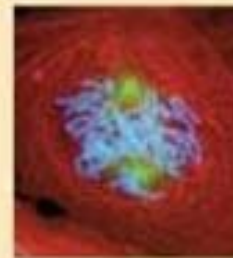
interfaza



profaza



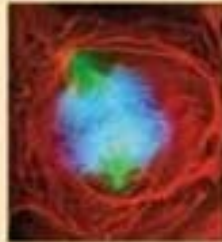
prometafaza



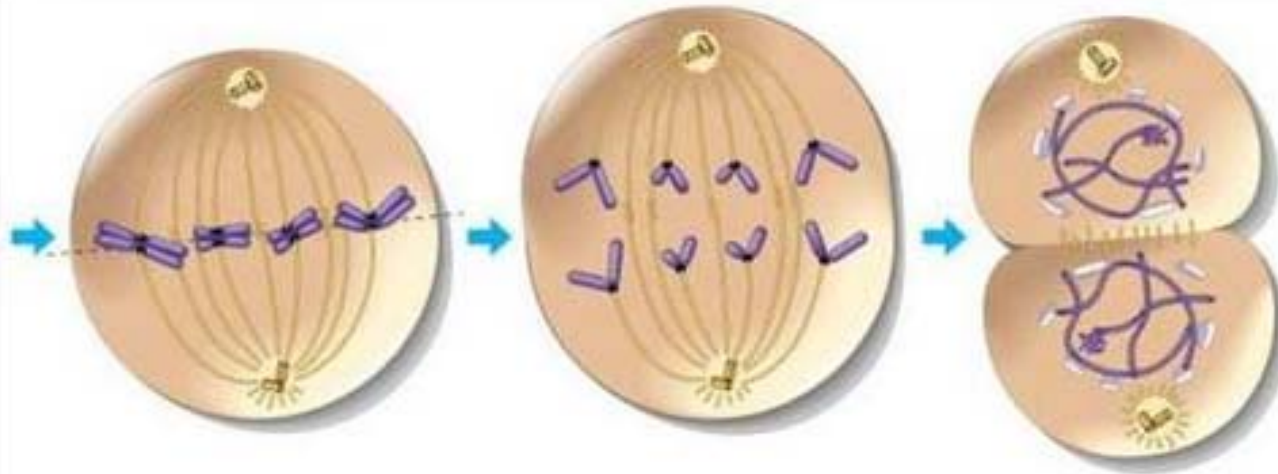
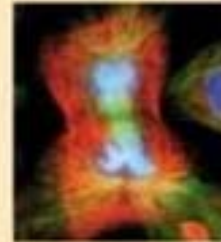
metafaza

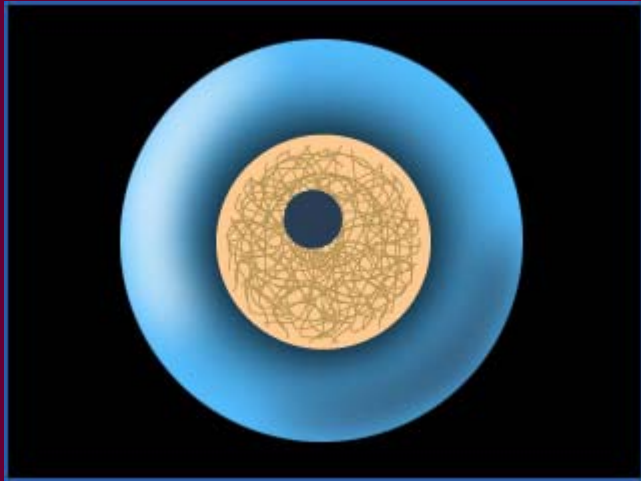


anafaza

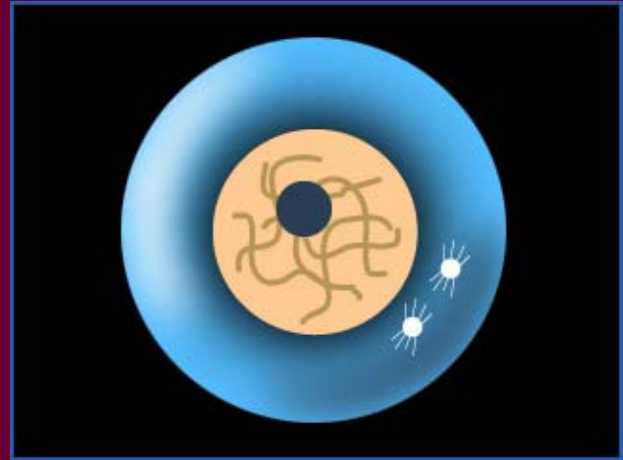


telofaza

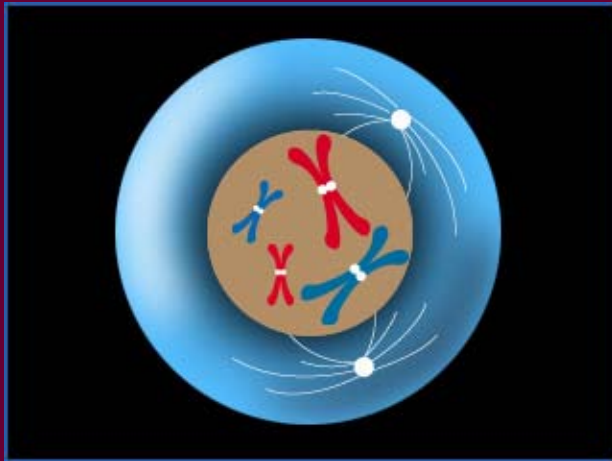




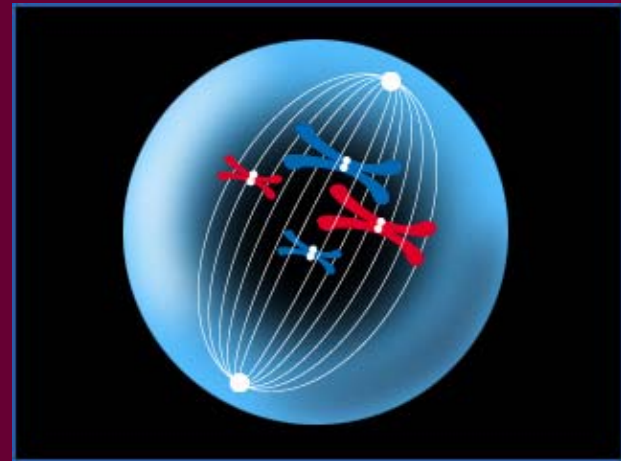
Interfaza



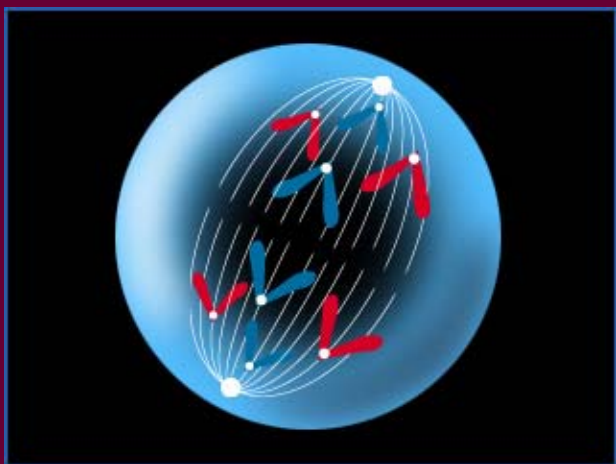
Wczesna profaza



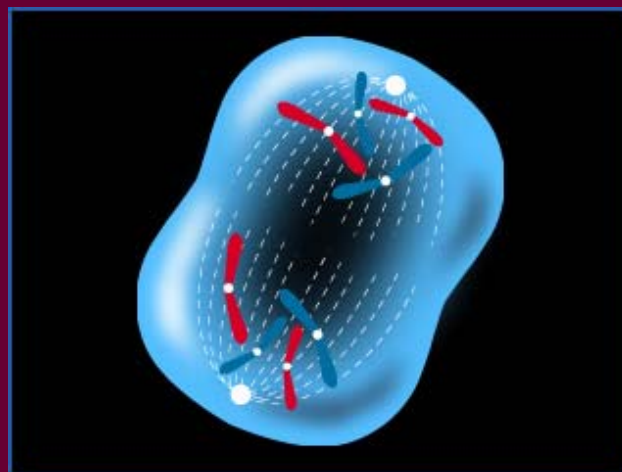
Profaza



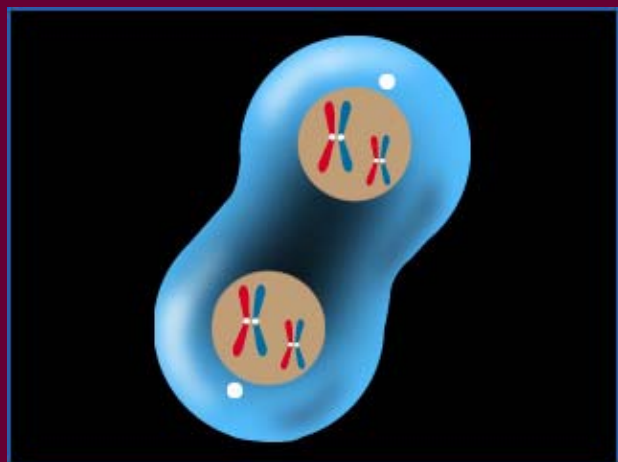
Metafaza



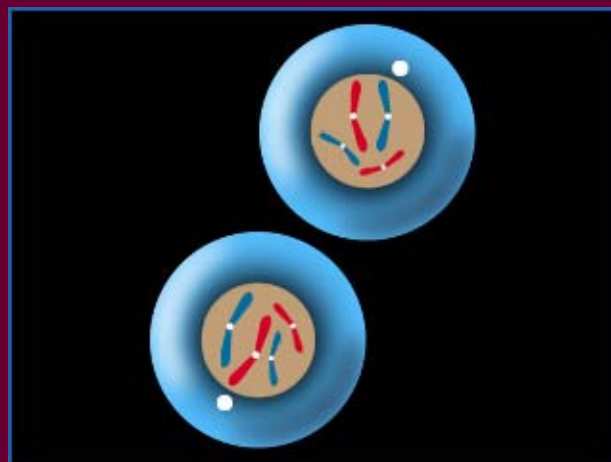
Anafaza



Późna anafaza, pocz. cytokinezy



Telofaza – cytokineza



Mejoza

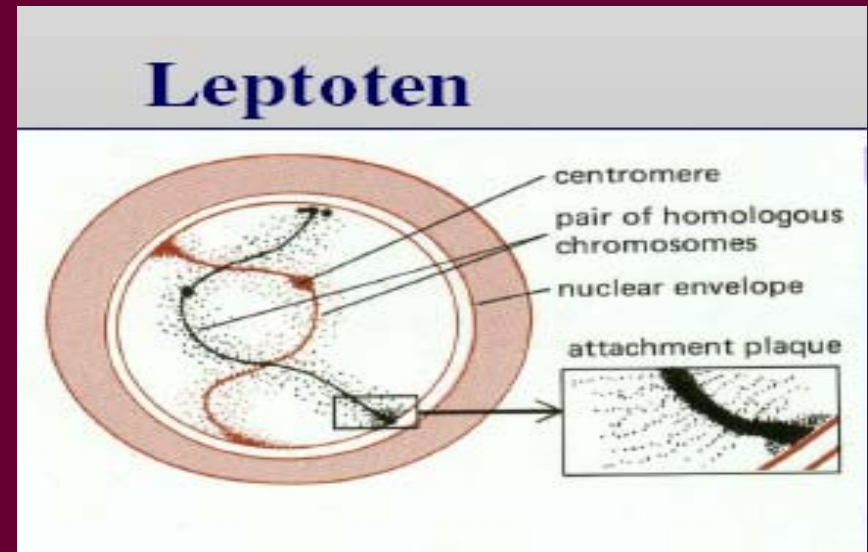
- Składa się z dwóch kolejno po sobie zachodzących podziałach komórkowych poprzedzonych jedną replikacją DNA (2C-4C).
- I podział składa się z
 - profazy I (leptoten, pachyten, diploten, diakineza)
 - metafazy I
 - anafazy I
 - telofazy I
- I podział meiotyczny jest podziałem redukcyjnym, redukuje liczbę chromosomów z $2N$ do $1N$. Ilość DNA z $4C$ do $2C$.
- II podział meiotyczny składa się z
 - profazy II
 - metafazy II
 - anafazy II
 - telofazy II
- Drugi podział redukuje ilość DNA z $2C$ do $1C$.

Mejoza

- W czasie profazy I dochodzi do łączenia się (koniugacji) chromosomów homologicznych w 23 pary zwane biwalentami (tetradami)
- W czasie połączenia dochodzi do wymiany odcinków – crossing-over
- W anafazie I rozchodzą się chromosomy homologiczne, nie chromatydy

Profaza I

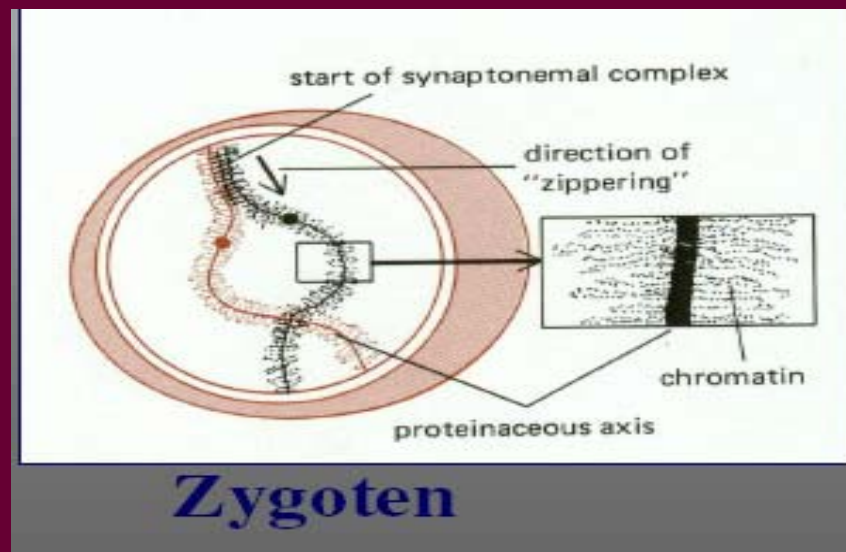
- Leptoten – stadium cieńkiej nici
- Z chromatyny jądra wyodrębniają się chromosomy
- Każdy składa się z dwóch chromatyd



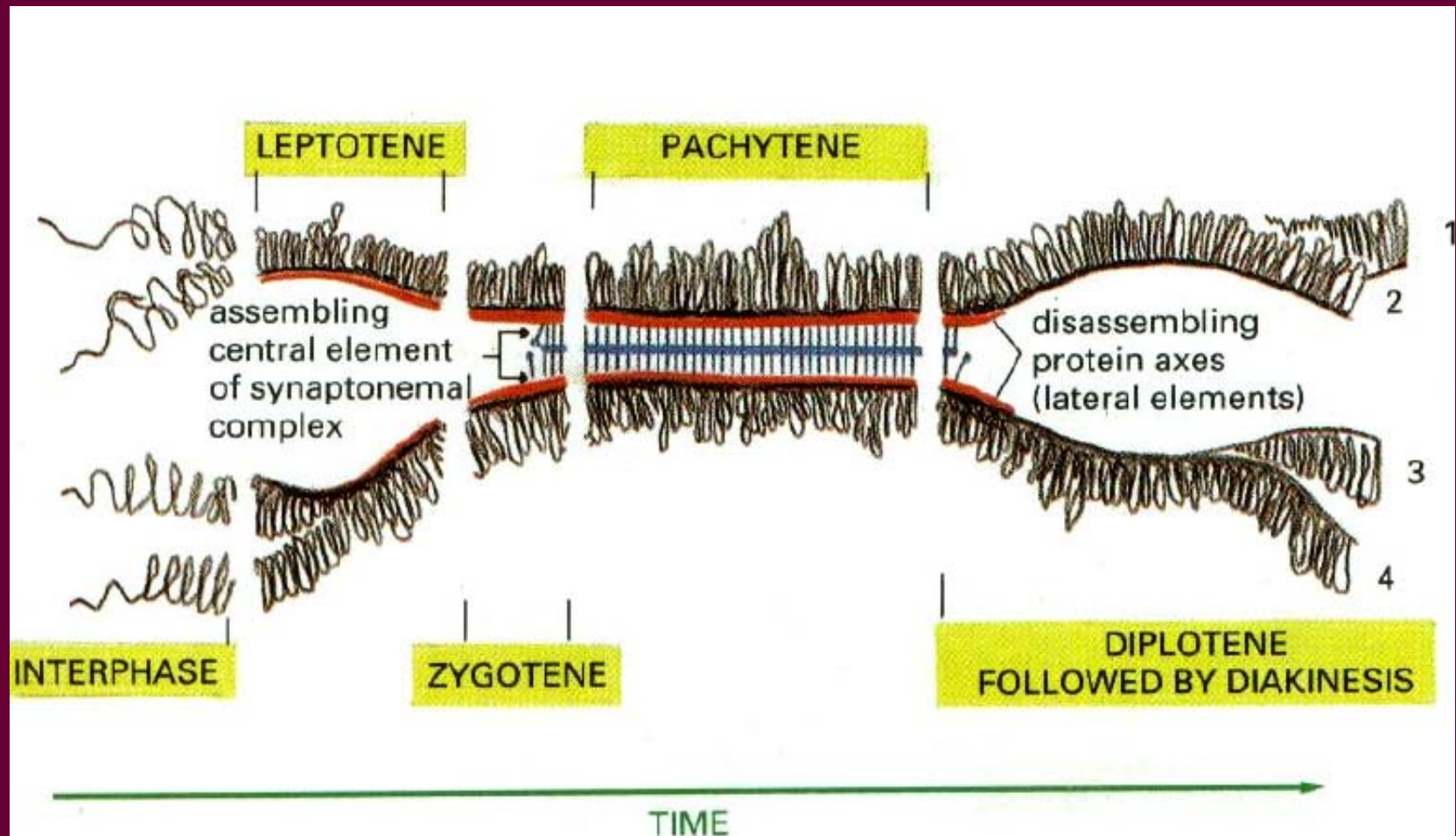
Profaza I

Zygoten

- Chromosomy homologiczne łączą się w biwalenty (tetrydy) za pomocą kompleksu synaptonemalnego (KS)
- KS – tworzą specjalne białka i RNA



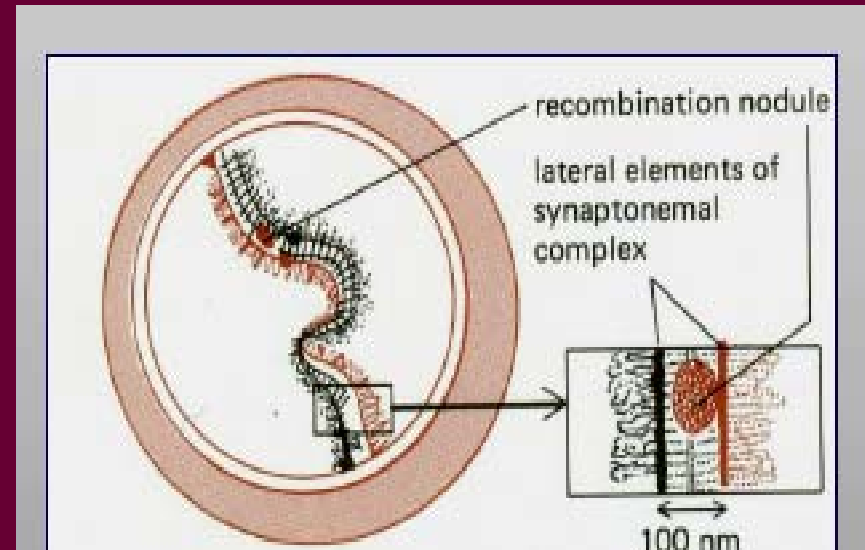
Kompleks synaptonemalny łączy chromosomy homologiczne w tetrady (biwalenty)



Profaza I

Pachyten

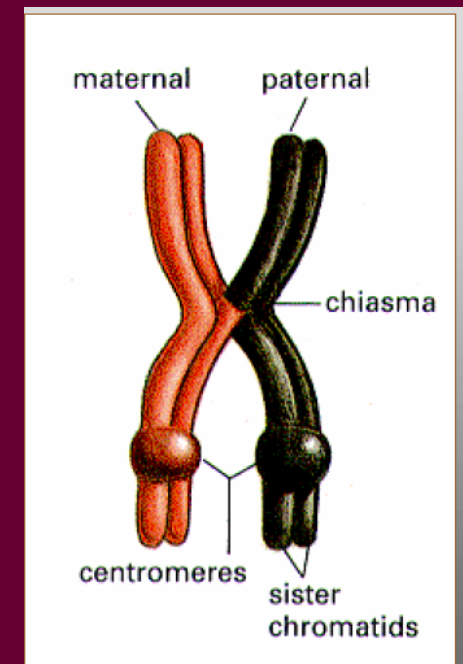
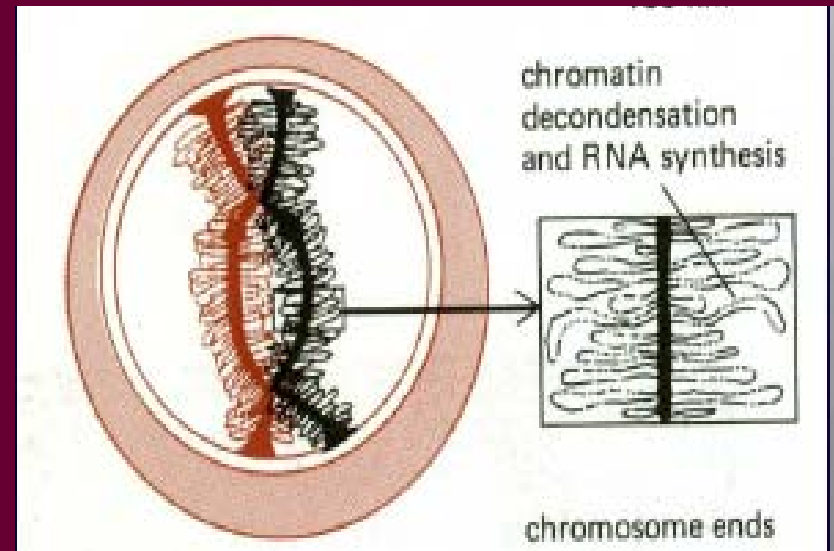
- W skoniugowanych czasowo chromosomach homologicznych zachodzi crossing-over



Profaza I

Diploten

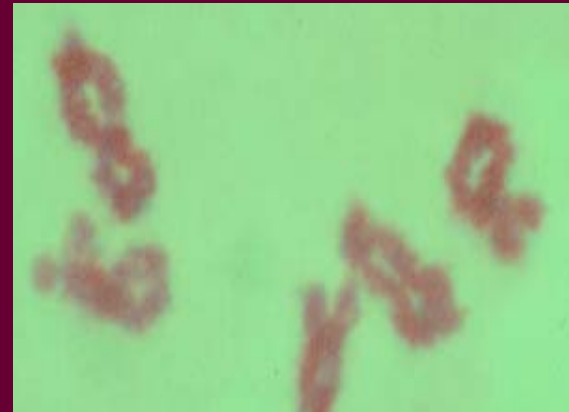
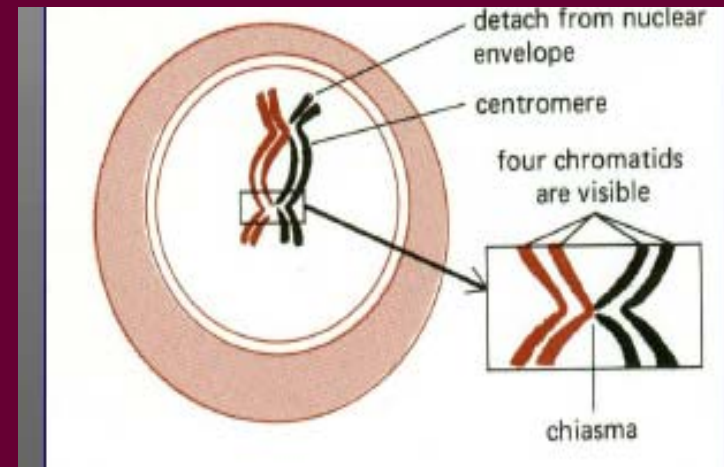
- Komplex złączeniowy rozpada się chromosomy są połączone w chiasmach (miejscach crossing-over)



Profaza I

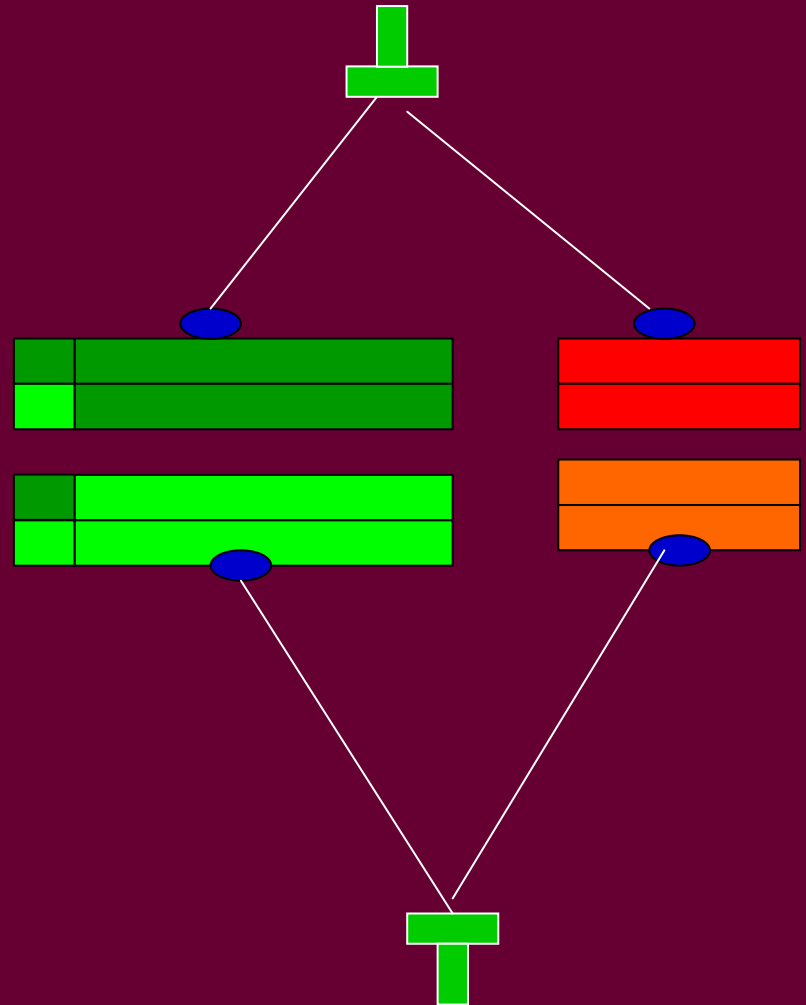
Diakineza

- Chiazmy przesuwają się w kierunku końców



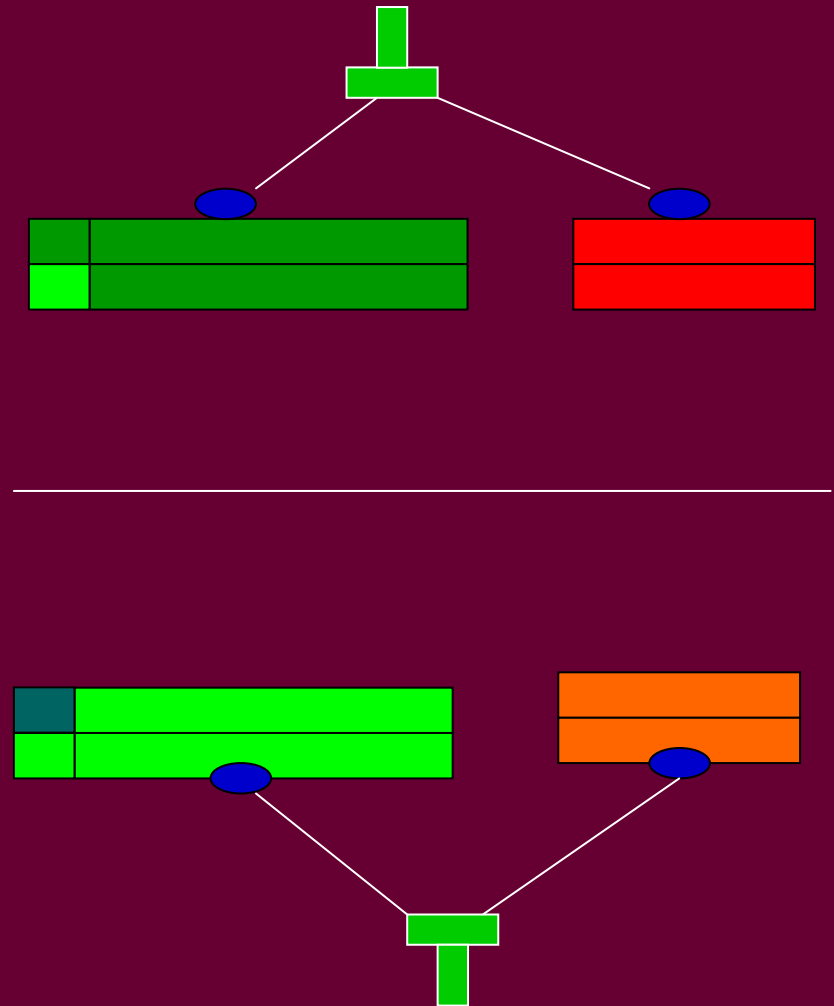
Metafaza I

- Tetrady ustawiają się w płaszczyźnie równikowej
- Włókna wrzeciona dołączają się tylko do 1 chromatydy chromosomu
- 1 aktywny kinetochor

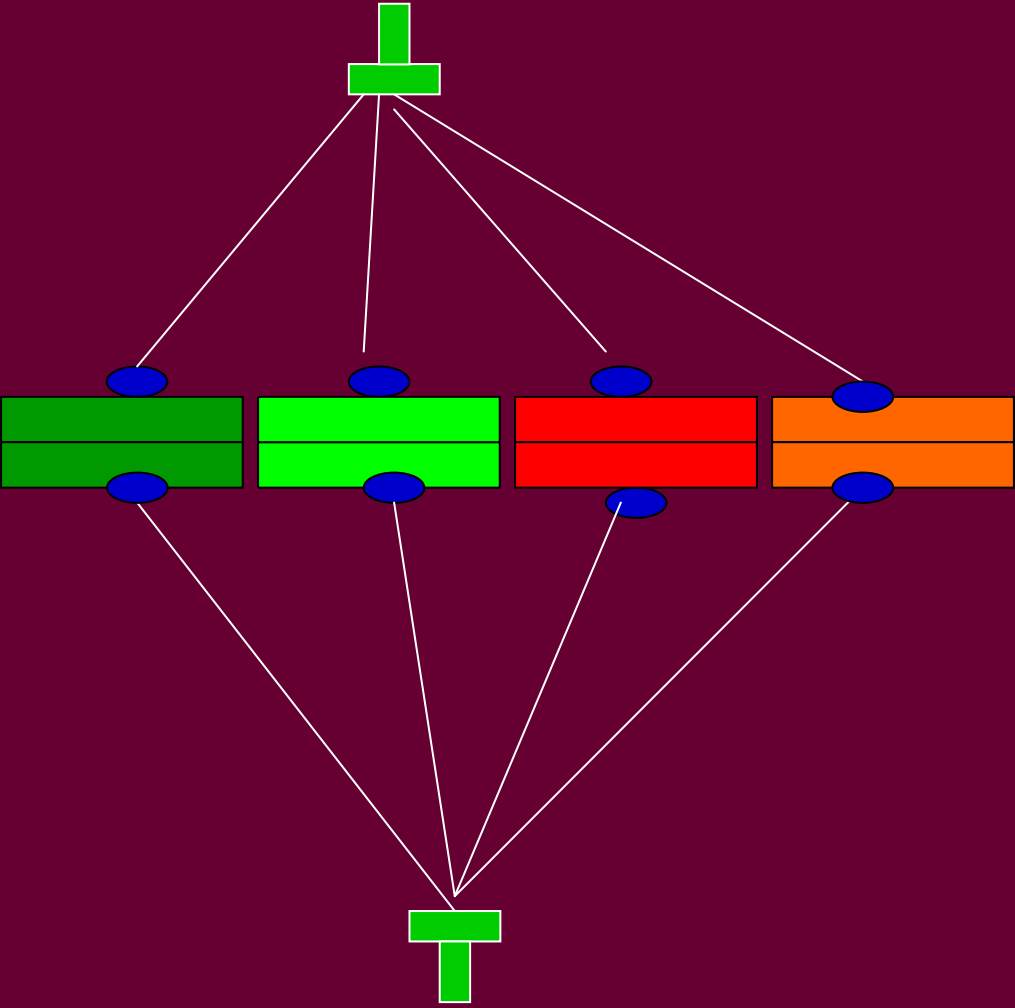


Anafaza I

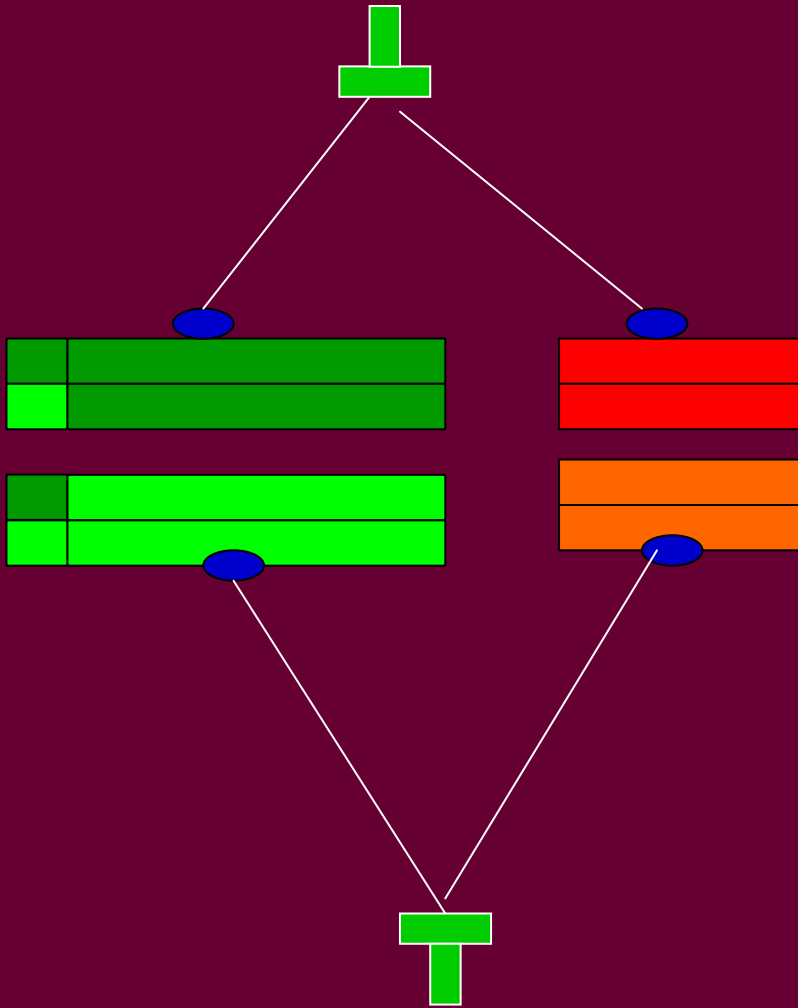
- Do przeciwnych biegunów rozchodzą się chromosomy homologiczne
- Następuje redukcja liczby chromosomów do haploidalnej
- Każdy z chromosomów składa się z dwóch chromatyd



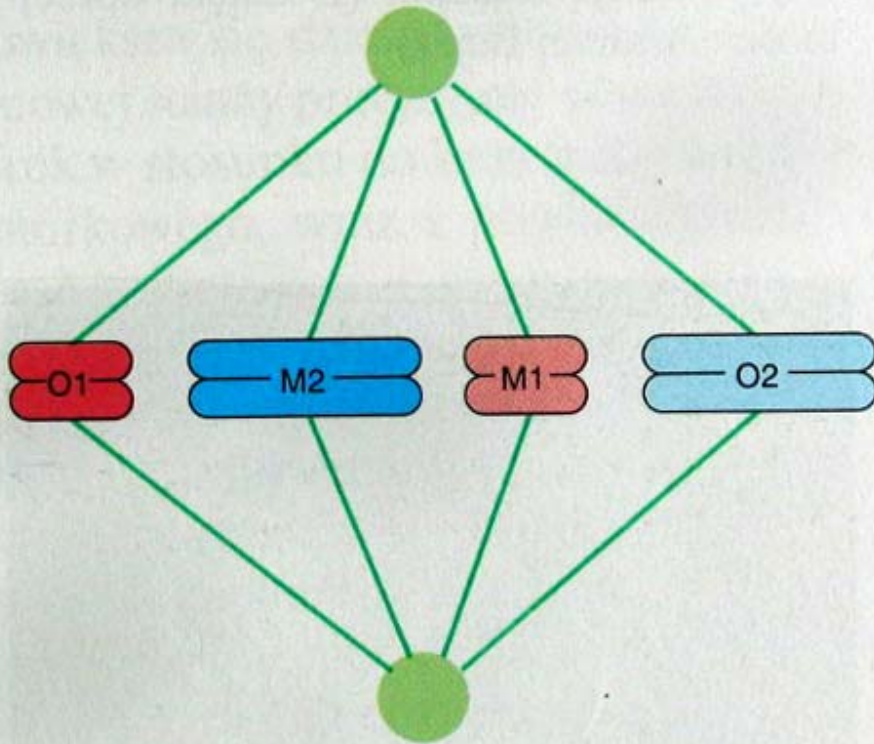
Metafaza mitozy



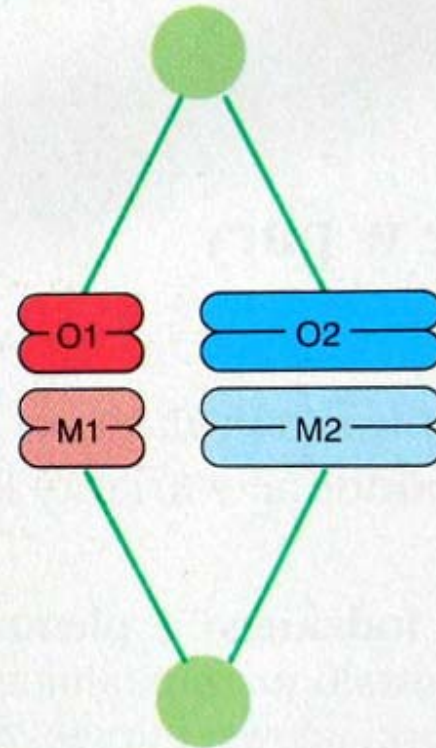
Metafaza mejozy I



Metafaza mitozy i mejozy I

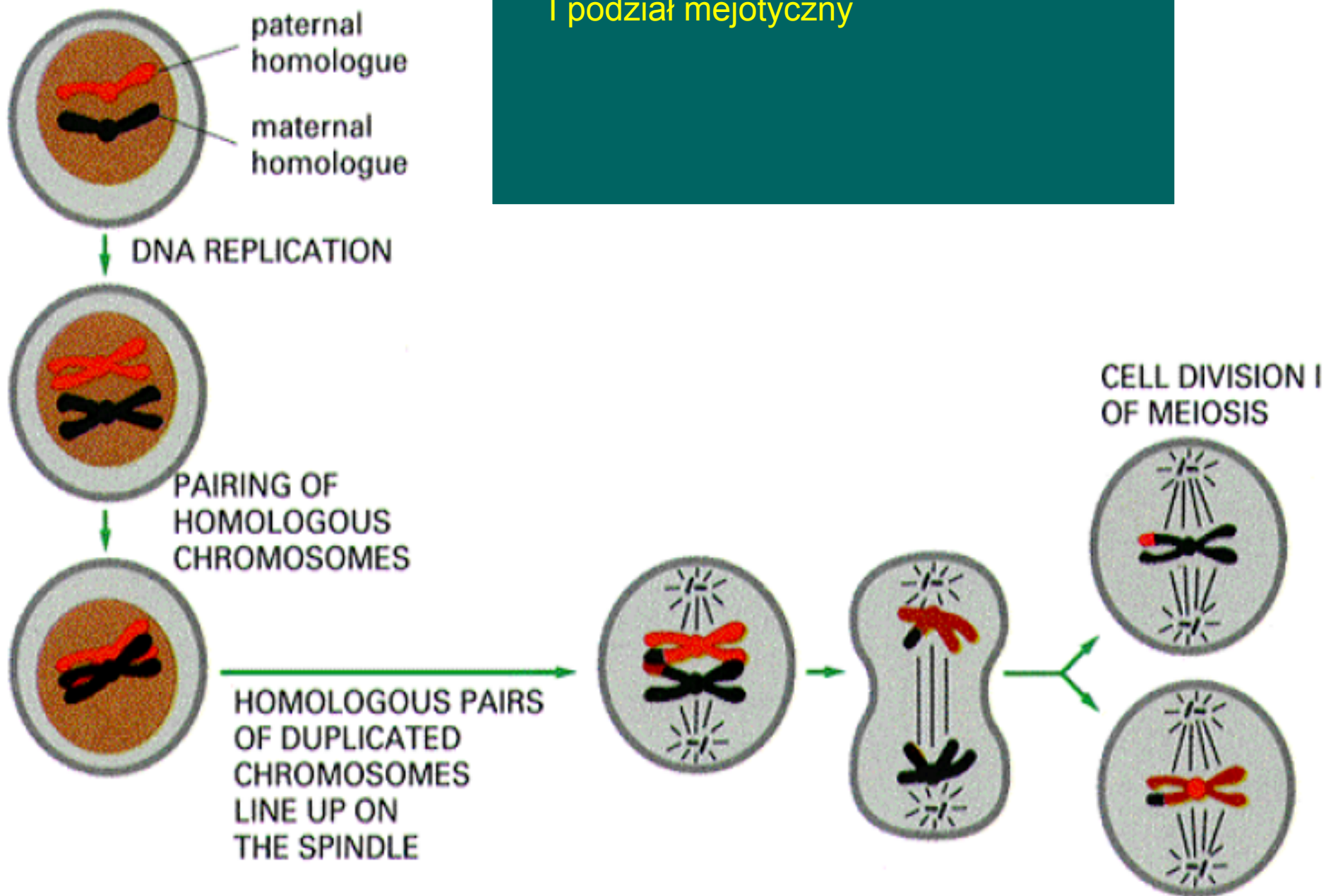


(A) Płytki metafazowa w czasie **mitozy**:
chromosomy homologiczne działają niezależnie

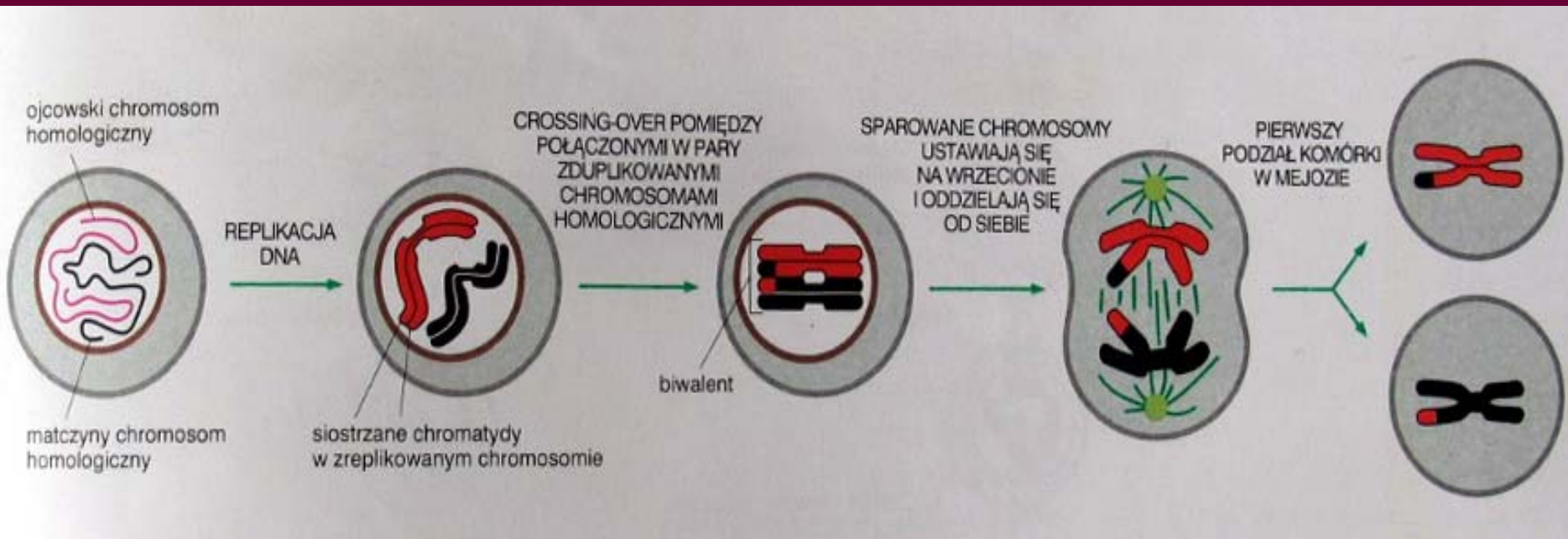


(B) Płytki metafazowa w czasie **mejozy**:
chromosomy homologiczne łączą się w pary

I podział mejotyczny

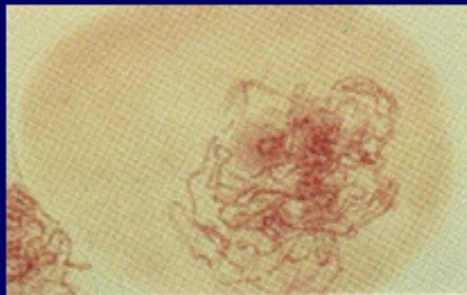


I podział mejotyczny



Drugi podział mejotyczny

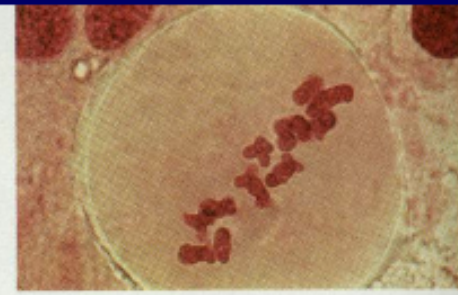
- Zachodzi najczęściej zaraz po I podziale
- Nie poprzedza go faza S
- Przypomina mitozę, stąd nazywa się wyrównawczym (equacyjnym)
- W anafazie II podziału do przeciwległych biegunów rozchodzą się chromatydy chromosomów homologicznych
- W wyniku II podziału powstają komórki o haploidalnej liczbie chromosomów i haploidalnej ilości DNA



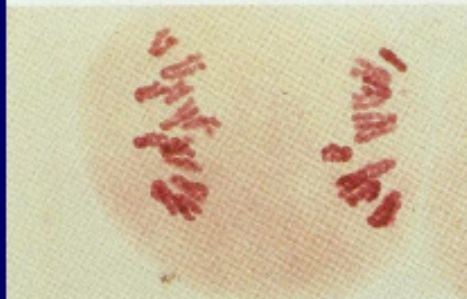
(a) Profaza I



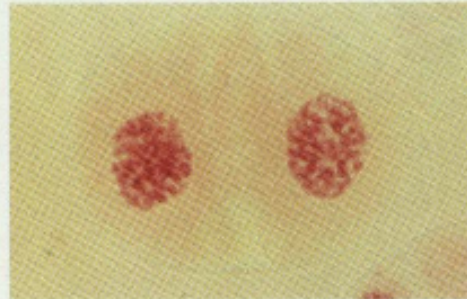
(b) Profaza I



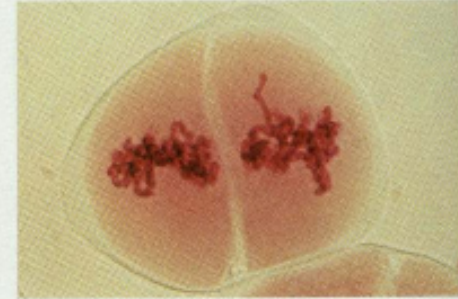
(c) Metafaza I



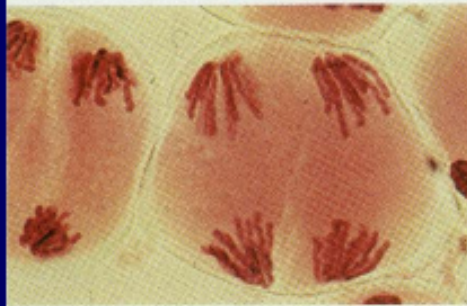
(d) Anafaza I



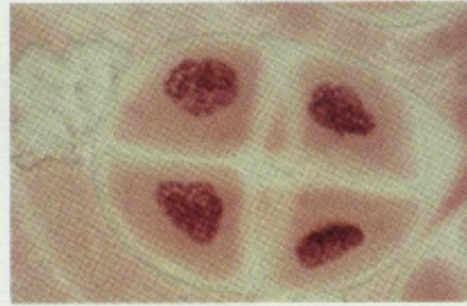
(e) Profaza II



(f) Metafaza II

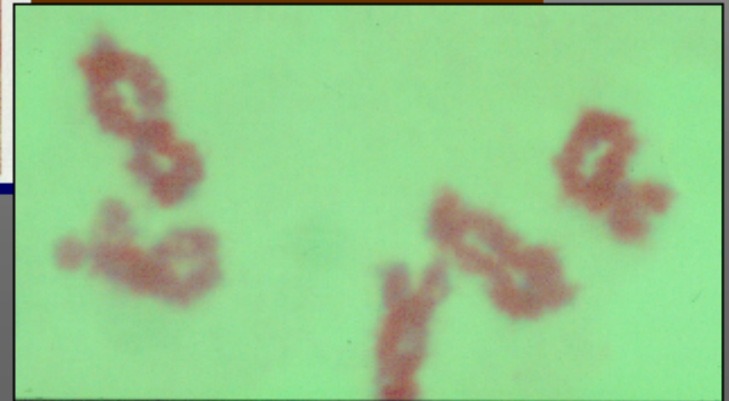


Anafaza II



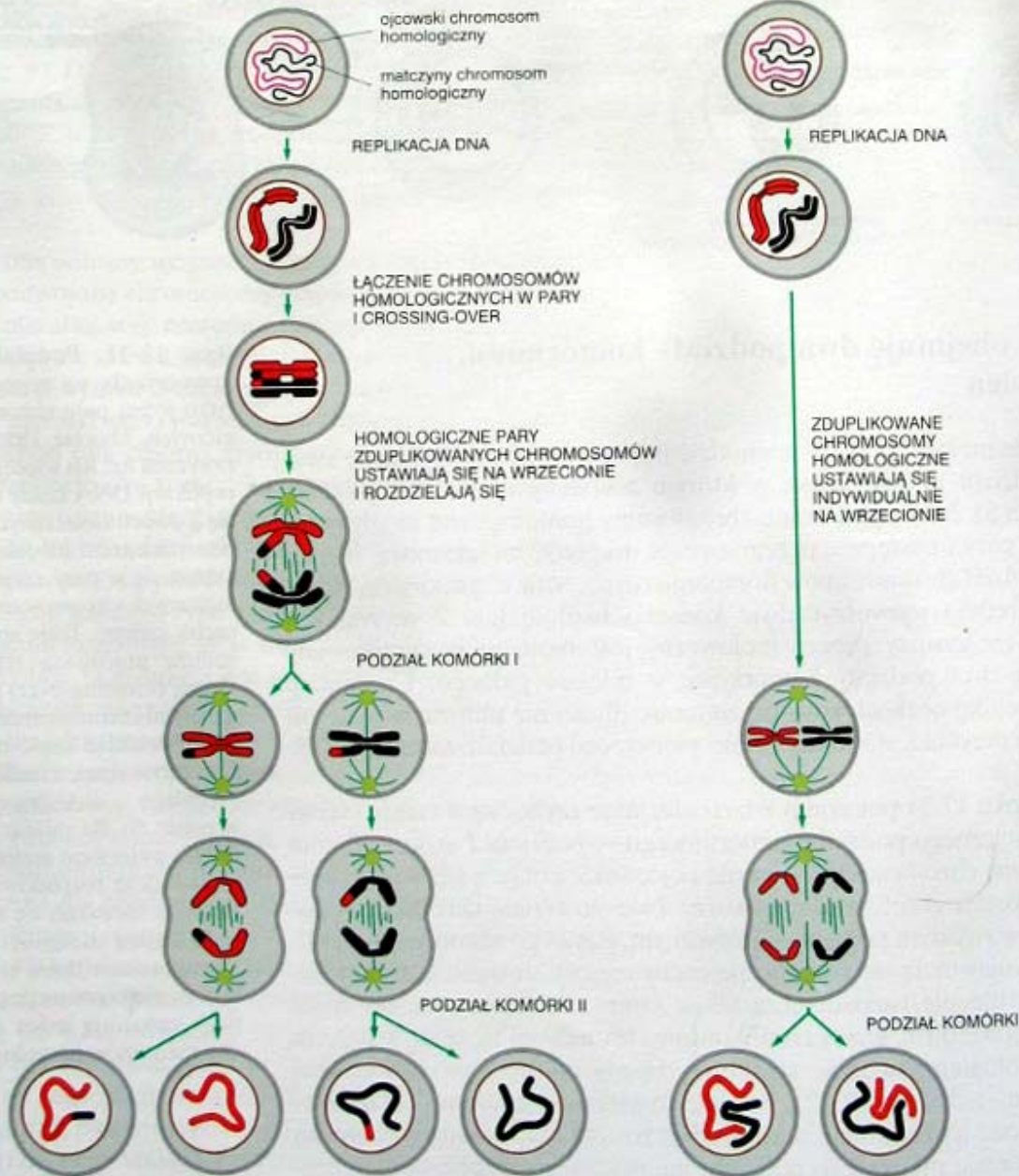
Telofaza II

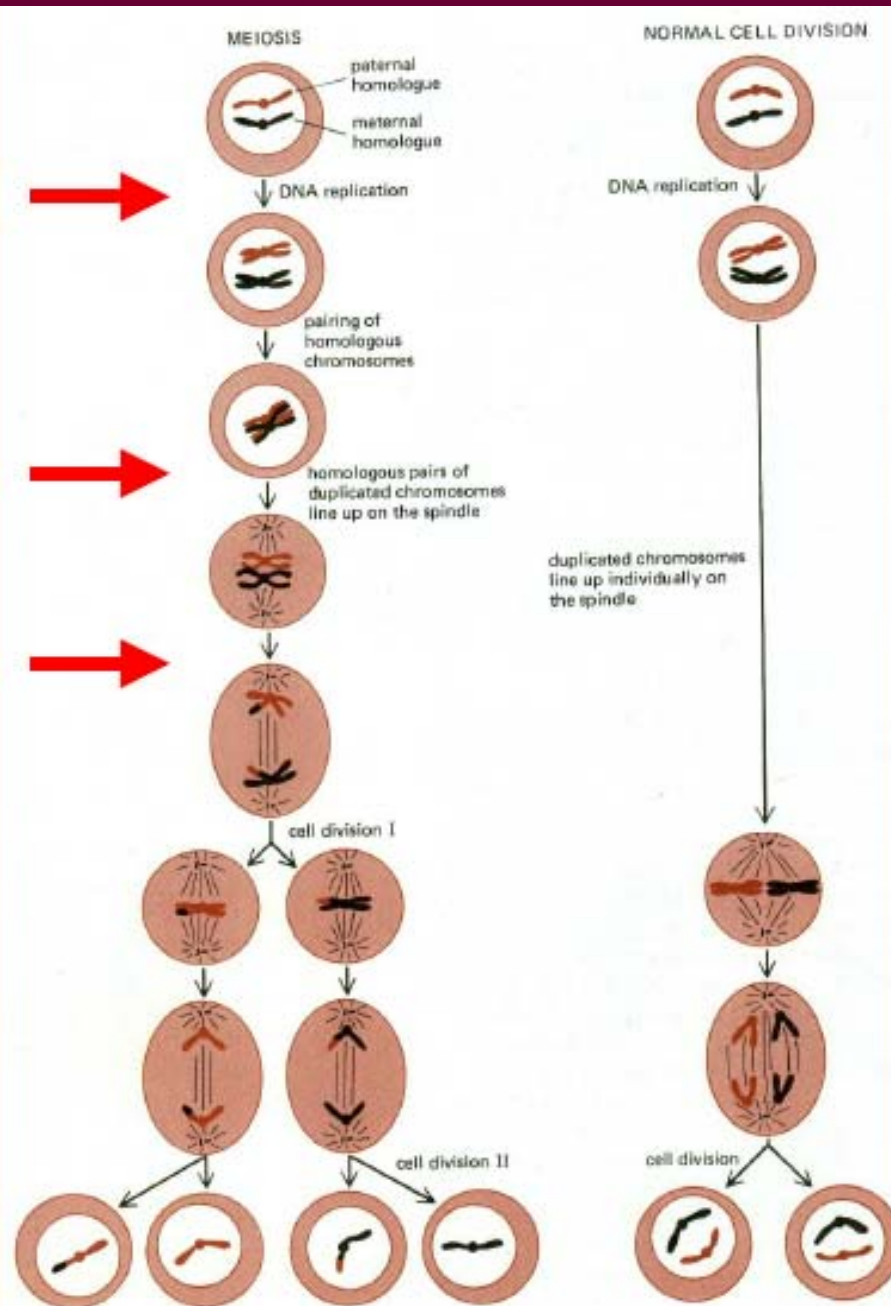
Mejoza



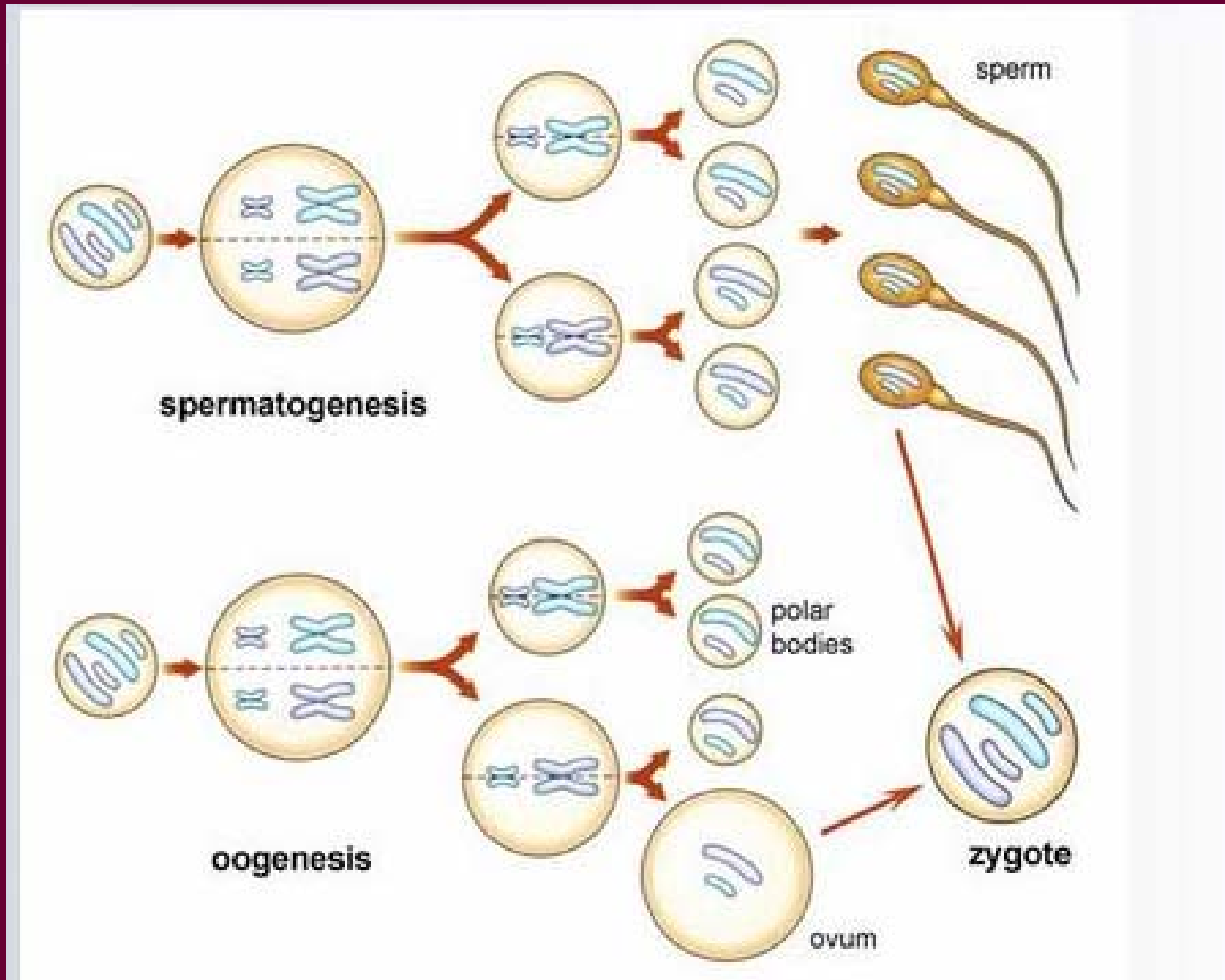
MEJOZA

ZWYKŁY PODZIAŁ KOMÓRKI





Spermatogeneza i oogeneza



Koniec

