

## Temat 7: Mitoza i mejoza – utrwalenie wiadomości.

1. Przeczytaj temat w podręczniku do LO lub/i zapoznaj się z materiałem pod linkami <https://epodreczniki.pl/a/istota-dziedziczenia/Dnz4BGOgg>

Film animowany przedstawiający proces mitozy

<http://scholaris.pl/resources/run/id/102459>

Podział komórki – mitoza

<http://scholaris.pl/resources/run/id/70420>

Film animowany przedstawiający proces mejozy

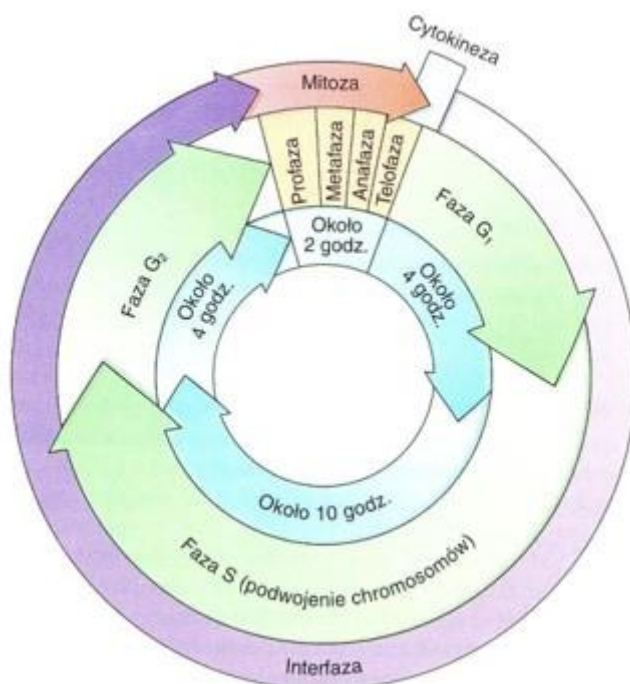
<http://scholaris.pl/resources/run/id/102460>

Podział komórki – mejoza

<http://scholaris.pl/resources/run/id/70425>

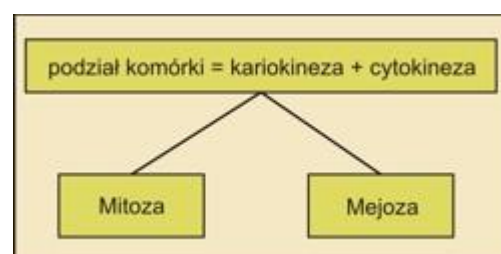
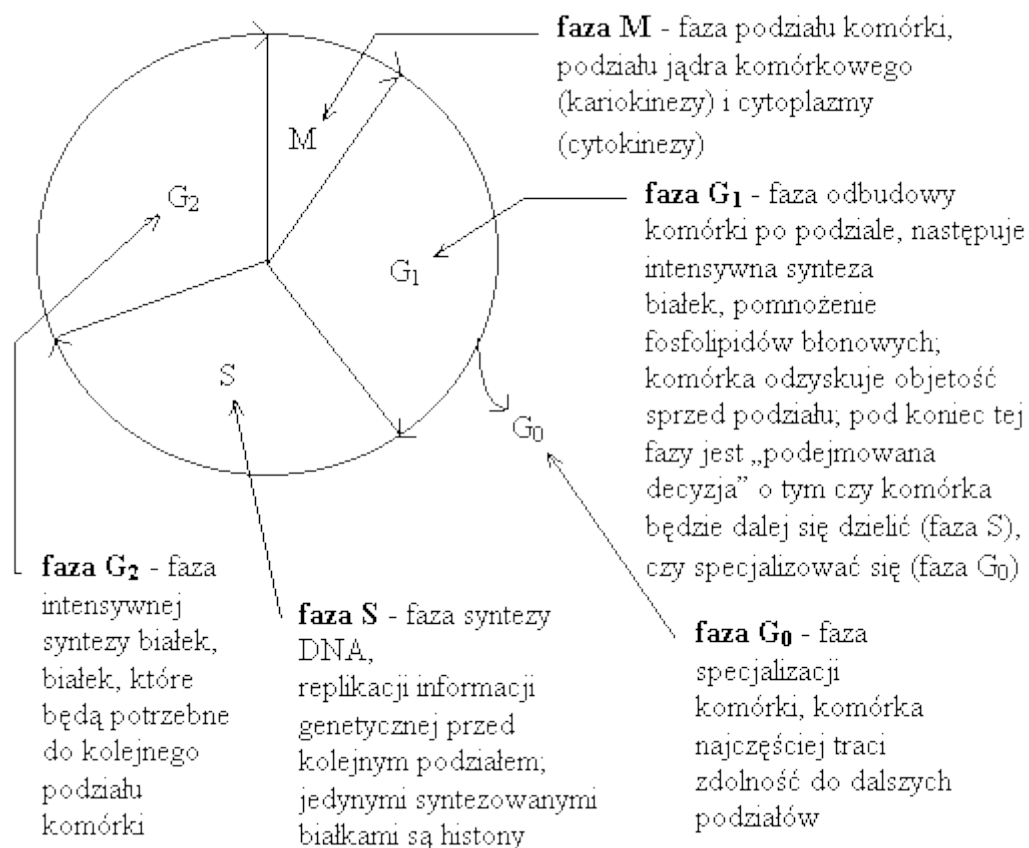
Film animowany przedstawiający replikację DNA

<http://scholaris.pl/resources/run/id/104397>



**Cykl komórkowy**

Cykl życiowy komórki, od podziału do podziału, nazywamy **cyklem komórkowym**. Trwa on, w zależności od typu komórki, od kilku do około 20 godzin. Oczywiście od tej zasady są odstępstwa. Zygoty zwierząt posiadają zdolność szybkich podziałów, mniej więcej co godzinę. Na cykl komórkowy składają się: podział komórki (**kariokineza i cytokineza**) oraz okres międzypodziałowy – **interfaza** (faza G<sub>1</sub>, S i G<sub>2</sub>).



## Przebieg i znaczenie biologiczne mitozy.

**Mitoza** - podział jądra komórkowego, któremu towarzyszy precyzyjne rozdzielanie chromosomów do dwóch jąder potomnych. W jego wyniku powstają jądra potomne, które mają taką samą liczbę chromosomów co jądro dzielące się. Podziały mitotyczne są procesem nieustannie zachodzącym w organizmie, prowadzącym do jego wzrostu i regeneracji. Komórki powstające w procesie mitozy dysponują identycznym materiałem genetycznym, jak komórka rodzicielska. Jest to najważniejsza z różnic między mitozą a mejozą.

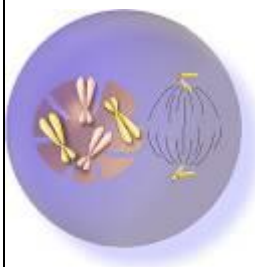
**Podziały mitotyczne zachodzą w diploidalnych komórkach somatycznych i w ich rezultacie powstają inne diploidalne komórki somatyczne! – Ważne!**

**Mitoza** jest podziałem charakterystycznym dla **komórek somatycznych**, tzn. komórek budujących ciało danego organizmu. Polega na podziale komórki macierzystej na dwie komórki potomne o identycznej (pod względem jakości i ilości) informacji genetycznej względem komórki macierzystej.

- **kariokineza** (podział jądra komórkowego) - podzielona (umownie!) na cztery fazy:
  - profazę
  - metafazę
  - anafazę
  - telofazę
- **cytokineza** (podział cytoplazmy).

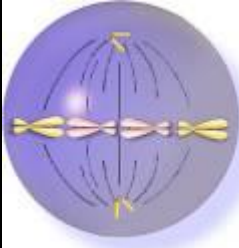



### Przebieg mitozy

#### kariokineza:



#### profaza:

stają się widoczne chromosomy, które powstały z silnie skręconej chromatyny  
chromosomy składają się z dwóch połówek - chromatyd  
zanika jąderko  
na terenie cytoplazmy organizuje się wrzeciono podziałowe (w komórkach zwierzęcych uczestniczą w tym centriole)  
zanika błona jądrowa

|   |  |
|---|--|
|    | <p><b>metafaza:</b></p> <p>uwolnione z jądra komórkowego chromosomy przemieszczają się w rejon równika wrzeciona podziałowego<br/>centromery leżą w płaszczyźnie równika, a w tym miejscu do chromosomów przyłączone są włókna wrzeciona<br/>centromery pękają</p> |
|    | <p><b>anafaza:</b></p> <p>włókna wrzeciona kurczą się<br/>chromatydę, czyli od tego momentu chromosomy potomne, wędrują ku biegunom wrzeciona</p>  |
|   | <p><b>telofaza:</b></p> <p>chromosomy potomne rozkręcają się tworząc znów chromatynę<br/>odtworzą się jąderka<br/>wokół każdego ze skupień chromatyny odtwarza się błona jądrowa</p>   |
| <p><b>cytokineza:</b></p>   |  |
|  | <p>podział cytoplazmy, który prowadzi do powstania dwóch komórek potomnych, zaczyna się już pod koniec telofazy; przebiega odmiennie w komórkach roślinnych i zwierzęcych</p>  |

## Znaczenie biologiczne mitozy

Podział komórkowy, w którym powstają komórki identyczne pod względem informacji genetycznej może być wykorzystany:

- w procesie rozmnażania bezpłciowego wegetatywnego, np. podział komórki pierwotniaków;
- w fazie wzrostu organizmu, kiedy to w szybkim tempie przybywa nowych komórek;
- w procesie regeneracji, gdy organizm uzupełnia ubytki po zniszczonych komórkach komórkami nowymi.

## Mejoza jako redukcyjny podział jądra komórkowego

**Mejoza** jest podziałem prowadzącym do redukcji materiału genetycznego w jądrach komórkowych czterech komórek potomnych. Podział ten poprzedza powstawanie gamet (u zwierząt) lub powstawanie zarodników (u roślin, większości glonów i grzybów). W trakcie mejozy **diploidalne** -  $2n$  - komórki macierzyste ulegają podziałowi na **haploidalne** -  $1n$  - komórki potomne, gdzie  $n$  oznacza liczbę chromosomów.

| $2n$   |        | $1n$                         |
|--|--------|------------------------------|
|  | -<br>> |                              |
| komórki macierzyste gamet (komórki pregeneratywne)       | -<br>> | gamety (komórki generatywne) |
| komórki macierzyste zarodników (komórki archeosporialne) | -<br>> | zarodniki (spory)            |

Mejoza składa się z dwóch podziałów.

**I podział** – redukcyjny (= mejoza I, = podział heterotypowy)


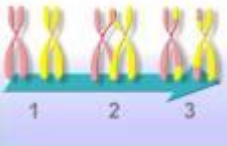
- **kariokineza** (poprzedzona replikacją podczas interfazy w fazie S):


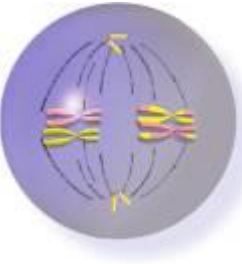
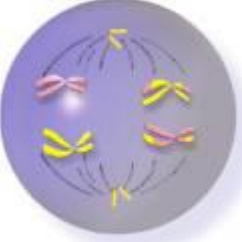
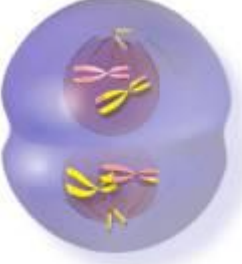
- profaza I
- metafaza I
- anafaza I
- telofaza I

- **cytokineza** - nie zawsze zachodzi pomiędzy podziałami

**II podział** - typu mitotycznego (= mejoza II, = podział homotypowy)

- **kariokineza** (nie poprzedza jej replikacja informacji genetycznej):
  - profaza II
  - metafaza II
  - anafaza II
  - telofaza II
- **cytokineza** - prowadzi do powstania czterech odrębnych komórek.

| Przebieg mejozy  |   |
|--|---|
| I podział  |   |
| kariokineza:   |   |
|  | <p><b>profaza I</b></p> <p>(jest bardzo długa i dzieli się na pięć stadiów):<br/>         chromosomy spiralizują z chromatyny, mają postać długich cienkich nici<br/>         chromosomy homologiczne (zawierające informację na ten sam temat, ale niekoniecznie tę samą) łączą się w pary, jest to koniugacja chromosomów; tworzy się biwalent, czyli zespół dwóch chromosomów homologicznych<br/>         chromosomy dalej spiralizują, są teraz grube i wyraźnie widać w każdym z nich chromatydę,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- tworzy się tetrada, czyli zespół czterech chromatyd, czyli dwa podwojone chromosomy</li> <li>- chromatydę zaplatają się</li> </ul>  <p>- w miejscu "styku" chromatydę mogą pękać i następuje wtedy wymiana homologicznych odcinków DNA - <b>proces crossing - over</b></p> <p>który jest absolutnie losowym zdarzeniem, nie zachodzi we wszystkich chromosomach i nigdy nie wiadomo, w którym miejscu chromosomu nastąpi</p> |

|   |   |
|---|---|
|    | <p>zmienione chromosomy rozsuwają się<br/>następuje krótkotrwały spoczynek jądra</p> <p><b>w trakcie profazy I:</b></p> <p>na terenie cytoplazmy tworzy się wrzeciono podziałowe<br/>zanika jąderko<br/>zanika błona jądrowa</p>  |
|    | <p><b>metafaza I:</b></p> <p>pary chromosomów homologicznych (tetrydy) układają się na równiku wrzeciona podziałowego<br/>ponieważ włókna wrzeciona podziałowego przyczepione są tylko do jednej z chromatyd w każdym chromosomie, centromery <b>nie pękają</b> podczas kurczenia się włókien wrzeciona</p> |
|  | <p><b>anafaza I:</b></p> <p>ku biegunom wrzeciona wędrują całe chromosomy (zbudowane z dwóch chromatyd) - po jednym z pary homologicznej</p>  |
|  | <p><b>telofaza I:</b></p> <p>odtwarzają się dwa jądra potomne: powstają jąderka i błona jądrowa, natomiast chromosomy nie rozkręcają się<br/>nowopowstałe jądra komórkowe zawierają połowę chromosomów, ale są one podwojone - składają się z dwóch chromatyd każdy</p>                                     |
| <p><b>cytokineza:</b></p>   | <p>podział cytoplazmy jest możliwy, nastąpiłby wtedy podział na dwie komórki, ale nie zawsze zachodzi</p>   |
| <p><b>II podział</b></p>  |   |
| <p><b>Kariokineza</b><br/>(zachodzi równolegle w dwóch komórkach):</p>              | <p><b>profaza II:</b></p> <p>chromosomy grubieją<br/>zanika błona jądrowa i jąderko</p>   |

|                    |   |
|--------------------|---|
|                    | na terenie cytoplazmy tworzy się wrzeciono podziałowe   |
|                    | <p><b>metafaza II:</b></p> <p>na równiku wrzeciona układają się chromosomy<br/>włókna wrzeciona przyczepiają się do centromerów każdej chromatyd<br/>w chromosomie<br/>centromery <b>pękają</b> na skutek kurczenia się włókien wrzeciona</p> |
|                    | <p><b>anafaza II:</b></p> <p>chromatyd, czyli chromosomy potomne wędrują ku biegunom wrzeciona</p>  |
|                    | <p><b>telofaza II:</b></p> <p>odtworzane są cztery jądra potomne: chromosomy rozkręcają się do postaci chromatyny, pojawiają się jąderka i błony jądrowe<br/>nowe jądra komórkowe zawierają teraz połowę pojedynczych chromosomów</p>         |
| <b>cytokineza:</b> | podział cytoplazmy zajdzie teraz na pewno   |

## Znaczenie mejozy

**Mejoza** zapewnia stałą liczbę chromosomów w kolejnych pokoleniach organizmów, które rozmnażają się płciowo. Choć jej miejsce w cyklach życiowych różnych grup organizmów jest odmienne, zapobiega podwajaniu informacji genetycznej w czasie łączenia komórek biorących udział w procesie płciowym.

Gdyby nie następował ten typ podziału przed powstaniem gamet, kolejne pokolenia miałyby zawsze dwa razy więcej chromosomów niż pokolenie rodzicielskie. Człowiek jest organizmem diploidalnym, tzn., że każda komórka somatyczna zawiera po dwa chromosomy danego typu, tzn., **chromosomy homologiczne**. Takich chromosomów mamy w naszych komórkach 23 pary, czyli w każdej komórce somatycznej są 64 chromosomy.



Wyobraź sobie teraz, że przy powstawaniu gamet nie zaszła mejoza. W czasie zapłodnienia łączyłyby się komórki zawierające po 23 pary chromosomów - powstałaby zygota mająca 64 pary chromosomów, a z niej organizm, który w każdej komórce miałby właśnie 64 pary chromosomów. W następnym pokoleniu znów nastąpiłoby podwojenie informacji genetycznej - nowopowstały organizm miałby już 128 par chromosomów, następny - 256 itd. Dlatego powstawanie gamet poprzedza redukcja informacji genetycznej i nasze gamety zawierają tylko po jednym chromosomie zdanej pary, czyli 23 chromosomy, a nie jak w komórkach somatycznych 64.

Mejoza prowadzi do **zrekombinowania** (przemieszania informacji genetycznej) dzięki procesowi **crossing – over** i losowemu rozejściu się chromosomów w czasie podziału.

## Porównanie mitozy i mejozy

| mitoza  | mejoza   |
|---|--|
| zachodzi w komórkach somatycznych   | zachodzi w komórkach macierzystych gamet lub zarodników ( komórki generatywne)   |
| powstają dwie komórki   | powstają cztery komórki  |
| komórki potomne nie różnią się informacją genetyczną od siebie i od komórki macierzystej  | komórki potomne mają o połowę mniej informacji genetycznej, może ona być różna pod względem jakości ( <b>crossing - over</b> ) |
| zachodzi podczas rozmnażania bezpłciowego, wzrostu i regeneracji organizmu  | zachodzi podczas rozmnażania płciowego - powstają gamety lub bezpłciowego - powstają zarodniki                                 |
| jeden podział   | dwa podziały   |
| każdy podział przebiega według tego samego "scenariusza" - kariokineza dzieli się na cztery fazy, potem zwykle następuje cytokineza |  |

## Różnice w przebiegu poszczególnych faz:

| mitoza   | mejoza I   | mejoza II   |
|--|--|---|
| <b>profaza</b>   |  |   |
| krótka   | długa, następuje koniugacja chromosomów homologicznych, rekombinacja materiału genetycznego  | krótka, chromosomy są wyodrębnione po telofazie I   |
| <b>metafaza</b>  |  |   |
| na równiku wrzeciona układają się chromosomy złożone z dwóch chromatyd, włókna wrzeciona przyczepiają się do każdej z chromatyd w centromerze;                         | na równiku wrzeciona układają się pary chromosomów, każdy utworzony z dwóch chromatyd, włókna wrzeciona przyczepiają się do jednej z chromatyd w każdym chromosomie; | na równiku wrzeciona układają się chromosomy złożone z dwóch chromatyd, włókna wrzeciona przyczepiają się do każdej z chromatyd w centromerze;  |
| centromery pękają  | centromery nie pękają  | centromery pękają   |
| <b>anafaza</b>   |  |   |
| do biegunów wrzeciona rozchodzą się chromatyd, czyli chromosomy potomne  | do biegunów wrzeciona rozchodzą się całe, podwójne chromosomy, po jednym z pary homologicznej  | do biegunów wrzeciona rozchodzą się chromatyd, czyli chromosomy potomne   |
| <b>telofaza</b>  |  |   |
| powstają dwa jądra potomne o niezmienionej informacji genetycznej, każda komórka ma taką samą liczbę pojedynczych chromosomów jak komórka macierzysta przed replikacją | powstają dwa jądra potomne o zmniejszonej o połowę liczbie chromosomów, ale chromosomy są podwójne - składają się z dwóch chromatyd każdy                            | powstają cztery jądra potomne o zmniejszonej o połowę liczbie chromosomów, ale chromosomy są pojedyncze, czyli komórki potomne mają połowę pojedynczych chromosomów w stosunku do komórki macierzystej przed replikacją |

## II. Rozwiąż kartę pracy.

### KARTA PRACY

## Mitoza i mejoza – utrwalenie wiadomości.

### Zadanie 1

Rozróżnij komórki, które powstają na drodze mejozy i mitozy. Wstaw znak X w odpowiedniej rubryce tabeli.

|  | Mitoza | Mejoza |
|--|--------|--------|
| komórki plemnikowe u jabłoni               |        |        |
| komórki w rozwijającym się zarodku jabłoni |        |        |
| komórki regenerującego się nabłonka        |        |        |
| komórki stożka wzrostu pędu słonecznika    |        |        |
| komórki szpiku kostnego                    |        |        |
| komórki jajowe mchu płonnika               |        |        |

### Zadanie 2

Wskaż poprawne dokończenie zdania.

W wyniku mitozy z komórki zawierającej 24 chromosomy powstaną

- A. dwie komórki, z których każda będzie zawierała po 12 chromosomów.
- B. dwie komórki, z których każda będzie zawierała po 24 chromosomy.
- C. cztery komórki, z których każda będzie zawierała po 6 chromosomów.
- D. cztery komórki, z których każda będzie zawierała po 12 chromosomów.

### Zadanie 3

Oceń, czy poniższe zdania są prawdziwe i zaznacz P (prawda) lub F (fałsz).

|  |   |   |
|--|---|---|
| Odcinek nici DNA kodujący budowę jednego białka jest genem.    | P | F |
| Kodon to trójka nukleotydów kodująca jeden aminokwas.          | P | F |
| Nukleotydy, z których składa się gen, odczytywane są dwójkami. | P | F |

#### Zadanie 4

Ojciec wykazuje objawy daltonizmu, a matka jest homozygotą nie wykazującą tej wady. Jeśli pominiemy możliwość pojawienia się mutacji, to jakie jest prawdopodobieństwo, że syn tej pary będzie miał taki sam fenotyp jak ojciec? **Wskaż poprawną odpowiedź.**

- A. 0%
- B. 50%
- C. 25%
- D. 100%

#### Zadanie 5

Mama Adama, która ma grupę krwi AB Rh-, zostanie poddana została operacji, podczas której konieczna będzie transfuzja krwi. Lekarz zaproponował, aby rodzina oddała krew. **Ustal, który z członków rodziny może być dawcą krwi w opisanej sytuacji, i wskaż poprawną odpowiedź.**

- A. Adam – grupa B Rh+
- B. tato Adama – grupa O Rh+
- C. siostra Adama – grupa A Rh+
- D. żaden z członków rodziny

#### Zadanie 6

**Wskaż zapisy homozygotycznych genotypów, które determinują grupy krwi u człowieka.**

- A.  $I^A I^A$
- B.  $I^A I^B$
- C.  $I^B I^B$
- D.  $I^A i^0$
- E.  $I^B i^0$
- F.  $i^0 i^0$

#### Zadanie 7

**Przyporządkuj nazwie choroby genetycznej opis przyczyny tej choroby. Wstaw znak X w odpowiedniej rubryce tabeli.**

|                                     | Mukowiscydoza | Hemofilia | Płąsawica Huntingtona | Zespół Downa |
|-------------------------------------|---------------|-----------|-----------------------|--------------|
| Nieprawidłowa liczba chromosomów    |               |           |                       |              |
| Mutacja recesywna                   |               |           |                       |              |
| Mutacja dominująca                  |               |           |                       |              |
| Mutacja recesywna sprzężona z płcią |               |           |                       |              |

### Zadanie 8

Niektóre cechy człowieka zależą wyłącznie od genów, a na inne mają wpływ zarówno czynniki genetyczne, jak i środowiskowe. **Wskaż cechy, które u człowieka wyznaczone są wyłącznie przez geny.**

- A. kolor oczu
- B. barwa skóry
- C. wzrost
- D. grupa krwi
- E. masa ciała

### Zadanie 9

W komórkach różnych tkanek i narządów ciała człowieka znajdują się takie same geny. Niektóre z nich są aktywne we wszystkich komórkach, inne działają tylko w wybranych grupach komórek. **Wskaż tę grupę genów, która jest aktywna we wszystkich komórkach.**

- A. geny kodujące barwniki siatkówki oka
- B. geny kodujące enzymy trawienne
- C. geny kodujące hormony gruczołowe
- D. geny kodujące enzymy oddychania komórkowego

### Zadanie 10

**Wskaż czynnik, który nie ma wpływu na zmienność genetyczną organizmów w obrębie gatunku.**

- A. niezależne rozchodzenie się chromosomów do gamet podczas podziału mejotycznego
- B. wymiana odcinków chromosomów podczas podziału mejotycznego
- C. losowe łączenie się gamet podczas zapłodnienia
- D. mutacje w komórkach somatycznych

### ZADANIE DLA CHĘTNYCH

**Rozwiąż interaktywny test wiedzy – Mitoza i mejoza** umieszczony pod linkiem

<https://www.minstructor.pl/embed/4912046386708480?public=1>

**POWODZENIA!**