Pierwsza Ławka · zestaw działowy · liceum i technikum

Dział 7

Replikacja DNA i podziały komórkowe

Organizacja materiału genetycznego, replikacja DNA i rola enzymów, cykl komórkowy i ilość DNA, mitoza i mejoza, rozpoznawanie etapów podziałów, preparat z wierzchołka korzenia i indeks mitotyczny, znaczenie podziałów, niezależna segregacja i crossing-over, apoptoza. Dziewięć kart: najważniejsze wiadomości z przykładami, ćwiczenia, zadania typu maturalnego, dwie kartkówki i sprawdzian w grupach A i B – z kluczem i zasadami oceniania.

Biologia | klasa 1 LO i technikum | Dział 7 | zakres rozszerzony (ZR)

	Karta	Rodzaj	Poziom	Zadania
1	**Replikacja i podziały – najważniejsze wiadomości** Teoria, przykłady z wyjaśnieniem, rozgrzewka	Najważniejsze wiadomości	ZR	3 zad. · 10 pkt
2	**Replikacja i podziały – ćwiczenia** Ćwiczę umiejętności z działu	Ćwiczenia	ZR	7 zad. · 19 pkt
3	**Replikacja i podziały – zadania typu maturalnego** Polecenia, wiązki i punktacja jak na maturze 2027	Zadania typu maturalnego	ZR	5 zad. · 20 pkt
4	**Kartkówka 1: materiał genetyczny, replikacja DNA i cykl komórkowy – grupa A** 15 minut · 7 pkt	Kartkówka	ZR	5 zad. · 7 pkt 15 min
5	**Kartkówka 1: materiał genetyczny, replikacja DNA i cykl komórkowy – grupa B** 15 minut · 7 pkt	Kartkówka	ZR	5 zad. · 7 pkt 15 min
6	**Kartkówka 2: mitoza, mejoza, zmienność rekombinacyjna i apoptoza – grupa A** 15 minut · 6 pkt	Kartkówka	ZR	4 zad. · 6 pkt 15 min
7	**Kartkówka 2: mitoza, mejoza, zmienność rekombinacyjna i apoptoza – grupa B** 15 minut · 6 pkt	Kartkówka	ZR	4 zad. · 6 pkt 15 min
8	**Sprawdzian: Replikacja i podziały – grupa A** 45 minut · 20 pkt	Sprawdzian	ZR	11 zad. · 20 pkt 45 min
9	**Sprawdzian: Replikacja i podziały – grupa B** 45 minut · 20 pkt	Sprawdzian	ZR	11 zad. · 20 pkt 45 min

Jak korzystać z zestawu

- Karta 1 to najważniejsze wiadomości z działu, przykłady z wzorcową odpowiedzią i krótka rozgrzewka – od niej warto zacząć.
- Karta 2 to ćwiczenia, karta 3 – zadania typu maturalnego – polecenia, wiązki i punktacja jak w arkuszach CKE.
- Karty 4–7 to dwie kartkówki (po 15 minut), karty 8–9 – sprawdzian (45 minut). Każde w grupach A i B: te same typy zadań i ta sama punktacja, inne treści.
- Klucz na końcu zawiera odpowiedzi i zasady oceniania zadań otwartych w stylu CKE: przykładowa odpowiedź, za co jest punkt i czego się nie uznaje.
- Osobny plik „Powtórka" zbiera pojęcia i schematy działu, typowe błędy i test „Sprawdź się" z odpowiedziami.

Oznaczenia

ZP	zakres podstawowy
ZR	zakres rozszerzony (treści tylko dla ZR)
(0–2 pkt)	liczba punktów możliwych do zdobycia za zadanie
Zadanie 4.1.	wiązka zadań do wspólnego materiału źródłowego
Jak to sprawdza CKE	typ zadania i typowy błąd ze sprawozdań CKE
Na maturze	wymagania z podstawy programowej, których dotyczy temat

Wymagania z podstawy programowej (Dz.U. 2024 poz. 1019)

- **IV.1** przedstawia organizację materiału genetycznego w komórce
- **IV.2** wyjaśnia mechanizm replikacji DNA, z uwzględnieniem roli enzymów (helikaza, prymaza, polimeraza DNA, ligaza)
- **IV.3** opisuje cykl komórkowy, z uwzględnieniem zmian ilości DNA w poszczególnych jego etapach; uzasadnia konieczność replikacji DNA przed podziałem komórki
- **IV.4** opisuje przebieg kariokinezy podczas mitozy i mejozy
- **IV.5** rozpoznaje (na preparacie mikroskopowym, na schemacie, rysunku, mikrofotografii) poszczególne etapy mitozy i mejozy
- **IV.6** przedstawia znaczenie mitozy i mejozy w zachowaniu ciągłości życia na Ziemi
- **IV.7** wyjaśnia znaczenie procesu crossing-over i niezależnej segregacji chromosomów jako źródeł zmienności rekombinacyjnej i różnorodności biologicznej
- **IV.8** przedstawia apoptozę jako proces warunkujący prawidłowy rozwój i funkcjonowanie organizmów wielokomórkowych

Materiał oryginalny – nie jest kopią materiałów CKE ani podręczników. Podstawa programowa LO i technikum, zakres rozszerzony (Dz.U. 2018 poz. 467 w brzmieniu Dz.U. 2024 poz. 1019). Wymagania: I.2, II.6 / IV.1–IV.8. Do użytku własnego i pracy z własnymi uczniami.

Replikacja i podziały – najważniejsze wiadomości

Teoria, przykłady z wyjaśnieniem, rozgrzewka

ZR KARTA 1/9

Imię i nazwisko: ..... Klasa: ..... Data: ..... Wynik: ..... / 10 pkt

Najważniejsze wiadomości · 10 pkt

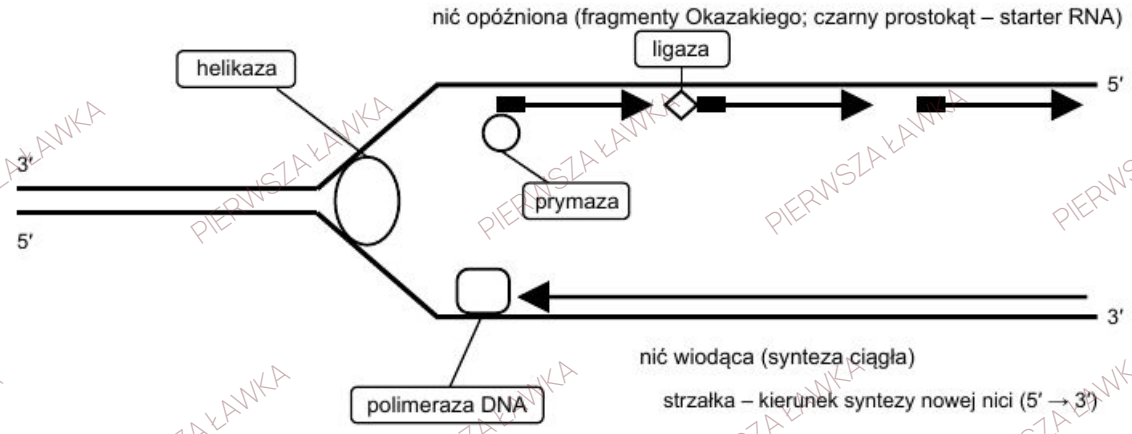
Przypomnij sobie

- **IV.1. Organizacja materiału genetycznego.** U eukariontów DNA jądrowy łączy się z białkami (głównie histonami) w chromatynę. Pakowanie pozwala zmieścić łącznie ok. 2 m DNA komórki człowieka w jądrze o średnicy kilku mikrometrów i reguluje dostęp enzymów do genów.

Poziom	Co to jest
nukleosom	odcinek DNA (ok. 150 par nukleotydów) nawinięty na rdzeń z 8 cząsteczek histonów; nukleosomy połączone łącznikowym DNA
włókno chromatyny	nukleosomy upakowane w grubsze włókno; dalsze pętle i zwoje na białkowym rusztowaniu
euchromatyna / heterochromatyna	luźna, dostępna dla enzymów (geny aktywne) / silnie skondensowana, mało aktywna (np. okolice centromerów)
chromosom	jedna cząsteczka DNA z białkami; przed podziałem – dwie identyczne chromatydy siostrzane połączone w centromerze
DNA poza jądrem	mitochondria i plastydy – koliste cząsteczki DNA bez histonów
prokariont	zwykle jeden kolisty chromosom w nukleoidzie (bez otoczki) + często plazmidy

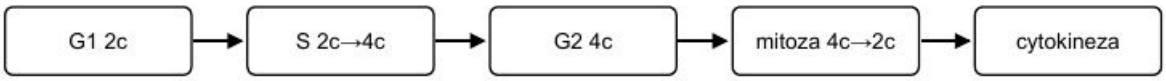
- **Pułapka:** Liczba chromosomów nie zmienia się w fazie S: po replikacji chromosom ma dwie chromatydy, ale nadal jest jednym chromosomem. Liczbę chromosomów liczy się po centromerach, a ilość DNA (c) – po chromatydach.
- **IV.2. Replikacja DNA** jest **semikonserwatywna**: każda cząsteczka potomna ma jedną nić matrycową i jedną nową. Zaczyna się w miejscach inicjacji replikacji (u bakterii zwykle jedno na chromosomie, u eukariontów – tysiące) i biegnie w obie strony, tworząc dwoje widełek.

Enzym	Rola w replikacji
helikaza	rozrywa wiązania wodorowe między zasadami i rozplata podwójną helisę w widełkach replikacyjnych
prymaza	syntetyzuje krótki starter RNA z wolnym końcem 3′ – polimeraza DNA nie zaczyna nici od zera
polimeraza DNA	dołącza nukleotydy komplementarne do matrycy, wyłącznie do końca 3′ (nić rośnie 5′ → 3′); usuwa startery i wypełnia luki; sprawdza poprawność
ligaza	łączy fragmenty Okazakiego wiązaniem fosfodiestrowym w ciągłą nić



Widełki replikacyjne – schemat uproszczony (rysunek własny).

- **Kluczowe:** Polimeraza DNA dobudowuje nukleotydy wyłącznie do końca 3′ nowej nici, a obie nici matrycowe biegną w przeciwnych kierunkach. Dlatego jedna nowa nić (wiodąca) rośnie w sposób ciągły w stronę widełek, a druga (opóźniona) powstaje odcinkami – fragmentami Okazakiego, z których każdy zaczyna się od startera.
- **IV.3. Cykl komórkowy** = interfaza (G1, S, G2) + podział (kariokineza i cytokineza). W G1 komórka rośnie i pracuje; w S replikuje DNA (2c → 4c); w G2 przygotowuje się do podziału. Komórki, które przestały się dzielić (np. większość neuronów), przechodzą w stan G0.



Cykl komórkowy komórki diploidalnej – ilość DNA w jądrze (c – ilość DNA w jądrze haploidalnym przed replikacją).

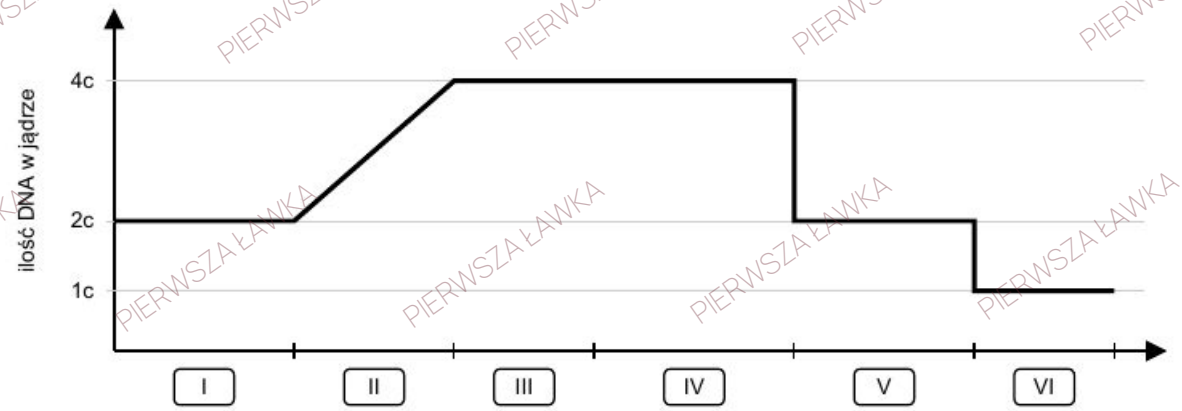
- **Kluczowe:** Replikacja przed podziałem jest konieczna: w mitozie każda komórka potomna dostaje po jednej chromatydzie z każdego chromosomu – bez fazy S chromatyd siostrzanych by nie było, a komórki potomne otrzymałyby niepełną informację genetyczną.
- **IV.4. Kariokineza w mitozie** rozdziela chromatydy siostrzane, więc jądra potomne mają tyle samo chromosomów co jądro macierzyste.

Faza	Co się dzieje z chromosomami
profaza	kondensacja chromatyny – widać dwuchromatydowe chromosomy; zanika jąderko; tworzy się wrzeciono podziałowe
prometafaza	rozpad otoczki jądrowej; włókna wrzeciona przyczepiają się do kinetochorów w centromerach
metafaza	chromosomy ustawione pojedynczo w płaszczyźnie równikowej (płytka metafazalna)
anafaza	rozdzielenie centromerów; chromatydy siostrzane (już jako chromosomy potomne) wędrują do przeciwnych biegunów
telofaza	dekondensacja chromosomów, odtworzenie otoczek jądrowych i jąderek; zwykle potem cytokineza

- **Mejoza** to dwa następujące po sobie podziały poprzedzone jedną replikacją. Z komórki 2n powstają cztery komórki n.

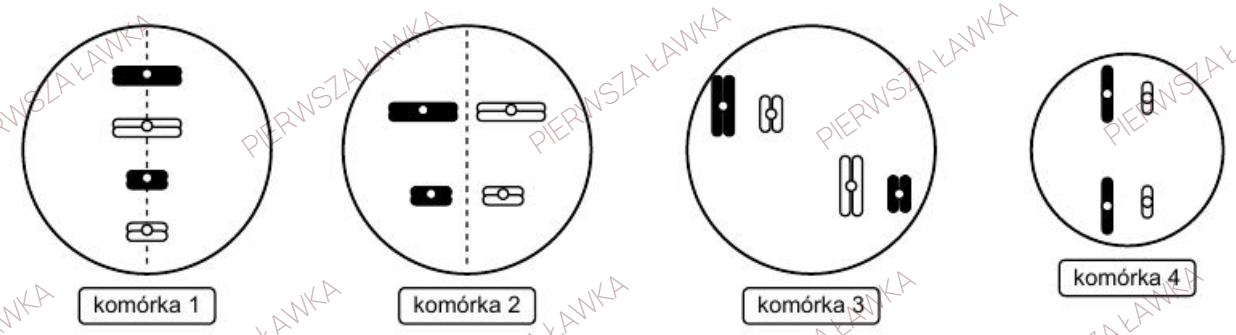
Cecha	Mejoza I (redukcyjna)	Mejoza II (wyrównawcza)
profaza	koniugacja chromosomów homologicznych → biwalenty (tetrady); crossing-over między chromatydami niesiostrzanymi (chiazmy)	krótka; bez koniugacji
metafaza	biwalenty w płaszczyźnie równikowej; ułożenie każdej pary losowe	chromosomy pojedynczo w płaszczyźnie równikowej

anafaza	do biegunów wędrują całe chromosomy homologiczne (dwuchromatydowe)	do biegunów wędrują chromatydy siostrzane
wynik	2 komórki n, chromosomy dwuchromatydowe (2c)	4 komórki n, chromosomy jednochromatydowe (c)



Ilość DNA w jądrze komórki podczas interfazy i mejozy; etapy oznaczono I–VI (rysunek własny).

- **IV.5. Rozpoznawanie etapów.** Metafaza mitozy – chromosomy pojedynczo na równiku; metafaza I – *pary* homologów (biwalenty) na równiku; anafaza I – do biegunów idą chromosomy dwuchromatydowe; anafaza II i anafaza mitozy – idą pojedyncze chromatydy, ale w anafazie II na każdy biegun trafia n chromosomów, a w mitozie – 2n.



chromosom: dwie kolumny = dwie chromatydy siostrzane; kółko – centromer;
czarny / biały – chromosomy homologiczne od dwojga rodziców

Etapy podziałów w komórkach organizmu 2n = 4 (rysunek własny). Komórka 1 – metafaza mitozy, 2 – metafaza I, 3 – anafaza I, 4 – anafaza II.

- **Doświadczenie: Preparat z wierzchołka korzenia (II.6, IV.5).** Ziarniaki kukurydzy kiełkuje się na wilgotnej ligninie, odcina 1-centymetrowe końce korzeni, utrwala je, maceruje w rozcieńczonym kwasie solnym (rozluźnia ściany i połączenia komórek), barwi orceiną octową (barwi chromatynę) i rozgniata pod szkiełkiem nakrywkowym. Pod obiektywem 40× liczy się komórki w interfazie i w kolejnych fazach mitozy. Rękawiczki i okulary ochronne – kwas solny i kwas octowy drażnią skórę i oczy. Odsetek komórek w mitozie to **indeks mitotyczny**.
- **IV.6. Znaczenie podziałów.**

Cecha	Mitoza	Mejoza
komórki potomne	2, genetycznie identyczne z macierzystą (ta sama liczba chromosomów)	4, o połowie liczby chromosomów, genetycznie różne
gdzie (np.)	wzrost, odnowa tkanek, gojenie; rozmnażanie bezpłciowe; merystemy roślin	gametogeneza zwierząt; powstawanie zarodników u roślin; mejoza pozygotyczna u niektórych protistów i grzybów

Zadania

Zadanie 1. (0–4 pkt) ..... / 4

Połącz enzym (1–4) z jego rolą w replikacji (a–d).

1. helikaza	a) łączy fragmenty Okazakiego
2. prymaza	b) rozplata podwójną helisę
3. polimeraza DNA	c) syntetyzuje starter RNA
4. ligaza	d) dołącza nukleotydy do końca 3′ nowej nici

1 ____ 2 ____ 3 ____ 4 ____

Zadanie 2. (0–3 pkt) ..... / 3

Wybierz właściwe określenie.

1. Replikacja DNA zachodzi w fazie **(S/G1/G2)** cyklu komórkowego.
2. Biwalenty powstają w profazie **(I/II)** mejozy.
3. W anafazie mitozy do biegunów wędrują **(chromatydy siostrzane/chromosomy homologiczne)**.

Zadanie 3. (0–3 pkt) ..... / 3

Oceń prawdziwość zdań.

1. Nukleosom składa się z DNA nawiniętego na histony.	**P**	**F**
2. Apoptoza wywołuje stan zapalny w otaczającej tkance.	**P**	**F**
3. W wyniku mejozy z jednej komórki 2n powstają cztery komórki n.	**P**	**F**

PIERWSZA ŁAWKA

Replikacja i podziały – ćwiczenia

Ćwiczę umiejętności z działu

ZR KARTA 2/9

Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ..... / 19 pkt

Ćwiczenia · 19 pkt

Zadanie 1. (0–6 pkt) ..... / 6

Przyporządkuj zdarzenia do mitozy, mejozy I albo mejozy II.

koniugacja chromosomów homologicznych | rozdział chromatyd siostrzanych w komórce 2n
crossing-over | rozdział chromatyd siostrzanych w komórce n
rozejście się chromosomów homologicznych | powstają dwie komórki identyczne z macierzystą

mitoza	mejoza I	mejoza II

Zadanie 2. (0–2 pkt) ..... / 2

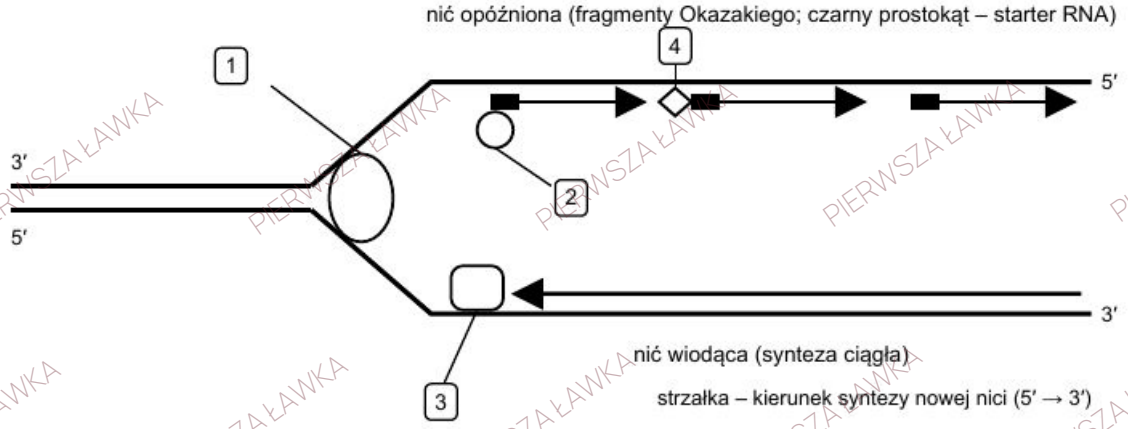
Komórka somatyczna żyta ma 2n = 14. Uzupełnij: liczba chromosomów / chromatyd / ilość DNA (c) w komórce w G1, w G2, w metafazie II i w plemniku (komórce plemnikowej).

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 3. (0–2 pkt) ..... / 2

Na schemacie przedstawiono widełki replikacyjne. Podaj nazwy enzymów oznaczonych cyframi 1–4 i wyjaśnij, dlaczego na nici opóźnionej potrzebnych jest wiele starterów.

Miejsce na odpowiedź



Zadanie 4. (0–4 pkt) ..... / 4

Oceń prawdziwość zdań o organizacji materiału genetycznego.

1. W fazie S liczba chromosomów w jądrze się podwaja.	**P**	**F**
2. Heterochromatyna jest silniej skondensowana niż euchromatyna.	**P**	**F**
3. DNA mitochondriów jest kolisty i nie tworzy nukleosomów.	**P**	**F**
4. Plazmidy występują wyłącznie w komórkach eukariotycznych.	**P**	**F**

Zadanie 5. (0–2 pkt) ..... / 2

Wyjaśnij, dlaczego komórka, w której zablokowano replikację DNA, nie powinna przejść do mitozy.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 6. (0–2 pkt) ..... / 2

Porównaj apoptozę i nekrozę pod względem przyczyny i skutku dla sąsiednich komórek.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 7. (0–1 pkt) ..... / 1

Podaj, w jaki sposób mejoza i zapłodnienie razem zapewniają stałą liczbę chromosomów w kolejnych pokoleniach człowieka.

Miejsce na odpowiedź

PIERWSZA ŁAWKA

Zadanie 2.4. (0–1 pkt) ..... / 1

Oceń prawdziwość stwierdzeń dotyczących replikacji.

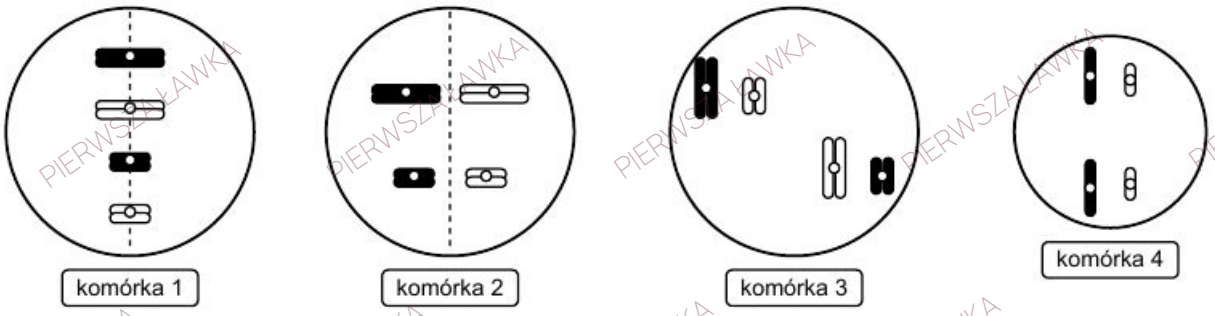
1. Po replikacji każda cząsteczka DNA zawiera jedną nić matrycową i jedną nową.	**P**	**F**
2. Ligaza jest potrzebna tylko na nici wiodącej.	**P**	**F**
3. Prymaza syntetyzuje starter z rybonukleotydów.	**P**	**F**

Zadanie 3. (0–5 pkt)

Przeanalizuj rysunek i wykonaj polecenia.

Etapy podziałów w komórkach organizmu 2n = 4

Na rysunku przedstawiono cztery komórki tego samego organizmu, w którym 2n = 4. Kolorem czarnym i białym oznaczono chromosomy homologiczne pochodzące od dwojga rodziców.



chromosom: dwie kolumny = dwie chromatydy siostrzane; kółko – centromer;
czarny / biały – chromosomy homologiczne od dwojga rodziców

Rysunek własny, schematyczny.

Zadanie 3.1. (0–1 pkt) ..... / 1

Przyporządkuj komórki 1–4 do podziału, w którym uczestniczą.

komórka 1 komórka 2 komórka 3 komórka 4

mitoza	mejoza

Zadanie 3.2. (0–1 pkt) ..... / 1

Podaj nazwę etapu, w którym jest komórka 3, i uzasadnij odpowiedź jedną cechą widoczną na rysunku.

Miejsce na odpowiedź

Sprawdzian: Replikacja i podziały – grupa A

45 minut · 20 pkt

ZR

KARTA 8/9

Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ..... / 20 pkt

Sprawdzian · 45 minut · 20 pkt

Zadanie 1. (0–1 pkt) ..... / 1

Chromosom w metafazie mitozy składa się z

A. dwóch chromosomów homologicznych.

B. dwóch chromatyd siostrzanych połączonych w centromerze.

C. czterech chromatyd tworzących biwalent.

D. jednej chromatydy i startera RNA.

Zadanie 2. (0–1 pkt) ..... / 1

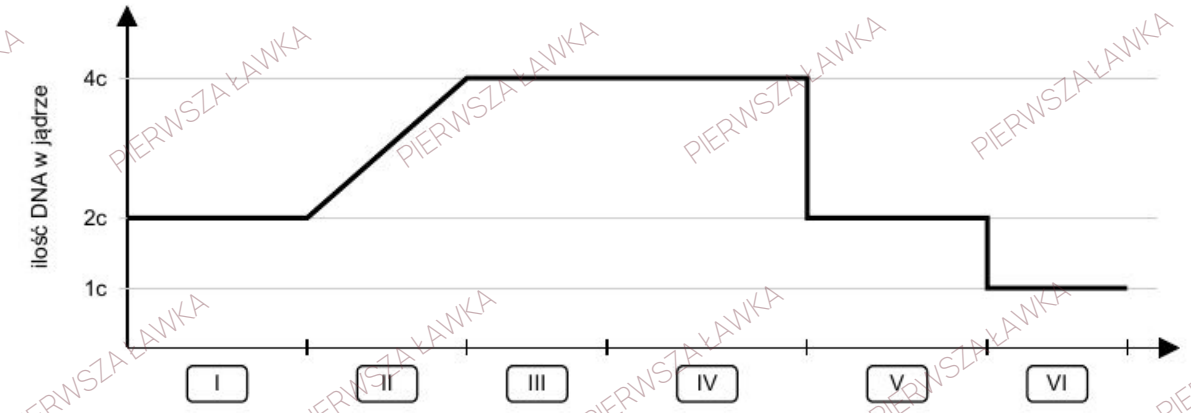
Oceń prawdziwość stwierdzeń dotyczących replikacji.

1. Startery RNA są usuwane i zastępowane DNA.	P	F
2. U eukariontów replikacja zaczyna się w jednym miejscu chromosomu.	P	F
3. Helikaza dołącza nukleotydy do nowej nici.	P	F

Zadanie 3. (0–2 pkt) ..... / 2

Na wykresie przedstawiono ilość DNA w jądrze komórki podczas interfazy i mejozy. Podaj, w którym etapie (I–VI) zachodzi replikacja i w którym etapie rozchodzą się chromosomy homologiczne. Uzasadnij jedną z odpowiedzi.

Miejsce na odpowiedź



Zadanie 4. (0–2 pkt) ..... / 2

Przyporządkuj komórki 1–4 z rysunku (poniżej) do etapu podziału.

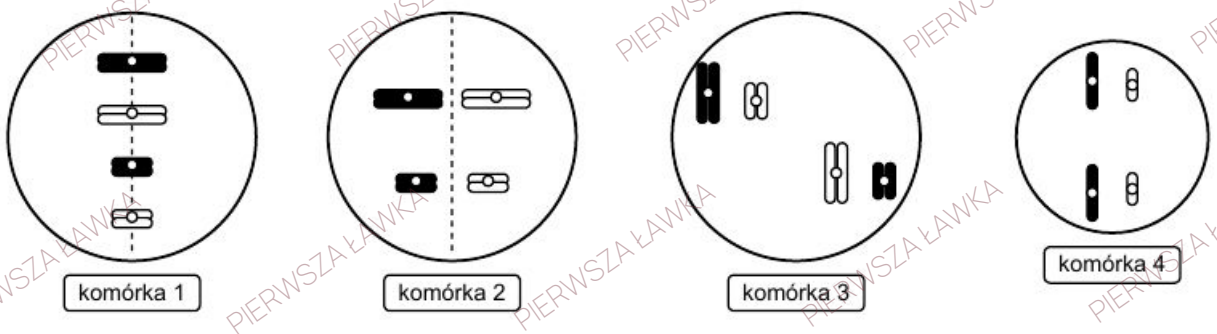
komórka 1 komórka 2 komórka 3 komórka 4

chromosomy ustawione na równiku (metafaza)	chromosomy rozchodzą się do biegunów (anafaza)

Zadanie 5. (0–2 pkt) ..... / 2

Rysunek przedstawia komórki organizmu 2n = 4. Podaj cechę rysunku, po której można rozpoznać, że komórka 4 jest w anafazie II mejozy, a nie w anafazie mitozy.

Miejsce na odpowiedź



chromosom: dwie kolumny = dwie chromatydy siostrzane; kółko – centromer;
czarny / biały – chromosomy homologiczne od dwojga rodziców

Zadanie 6. (0–3 pkt)

Przeczytaj tekst i wykonaj polecenia.

Szybkość widełek

W hodowli komórek pewnej rośliny widełki replikacyjne przesuwały się z szybkością ok. 1200 nukleotydów na minutę. Przyjmij, że replikacja odcinka DNA o długości 600 000 par nukleotydów zaczyna się w jednym miejscu i biegnie w obie strony.

Tekst własny, wartości przykładowe.

Zadanie 6.1. (0–1 pkt) ..... / 1

Oblicz, ile minut trwa replikacja tego odcinka.

Miejsce na rozwiązanie

PIERWSZA ŁAWKA

CO JESZCZE JEST W ŚRODKU

Replikacja DNA i podziały komórkowe – kartkówki, sprawdzian i karty pracy z powtórką, biologia, klasa 1 LO i technikum (zakres rozszerzony)

Podgląd pokazał 11 z 35 stron. Pełna wersja: 35 stron A4, PDF do druku i DOCX do edycji.

- Karta 1: Replikacja i podziały – najważniejsze wiadomości – 3 zadania, 10 pkt
- Karta 2: Replikacja i podziały – ćwiczenia – 7 zadań, 19 pkt
- Karta 3: Replikacja i podziały – zadania typu maturalnego – 5 zadań, 20 pkt
- Karta 4: Kartkówka 1: materiał genetyczny, replikacja DNA i cykl komórkowy – grupa A – 5 zadań, 7 pkt
- Karta 5: Kartkówka 1: materiał genetyczny, replikacja DNA i cykl komórkowy – grupa B – 5 zadań, 7 pkt
- Karta 6: Kartkówka 2: mitoza, mejoza, zmienność rekombinacyjna i apoptoza – grupa A – 4 zadania, 6 pkt
- Karta 7: Kartkówka 2: mitoza, mejoza, zmienność rekombinacyjna i apoptoza – grupa B – 4 zadania, 6 pkt
- Karta 8: Sprawdzian: Replikacja i podziały – grupa A – 11 zadań, 20 pkt
- Karta 9: Sprawdzian: Replikacja i podziały – grupa B – 11 zadań, 20 pkt Karta 1 to teoria z przykładami i wzorcowymi odpowiedziami, karta 2 – ćwiczenia, karta 3 – zadania typu matu

Kup pełną wersję – plik od razu na e-mail
pierwszalawka.pl/material/biologia-liceum-klasa-1-zr-dzial-07-replikacja-dna-i-podzialy-komorkowe