Pierwsza Ławka · zestaw działowy · liceum i technikum

Dział 24

Genetyka klasyczna

Krzyżówki jedno- i dwugenowe, krzyżówka testowa, allele wielokrotne, dominacja niepełna i kodominacja, współdziałanie genów i dziedziczenie wielogenowe, chromosomowa teoria Morgana, sprzężenia i mapowanie genów, dziedziczenie pozajądrowe, determinacja płci, cechy sprzężone z płcią i analiza rodowodów. 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 4 LO i technikum | Dział 24 | zakres rozszerzony (ZR)

	Karta	Rodzaj	Poziom	Zadania
1	**Genetyka klasyczna – najważniejsze wiadomości** Teoria, przykłady z wyjaśnieniem, rozgrzewka	Najważniejsze wiadomości	ZR	3 zad. · 7 pkt
2	**Genetyka klasyczna – ćwiczenia** Ćwiczę umiejętności z działu	Ćwiczenia	ZR	8 zad. · 18 pkt
3	**Genetyka klasyczna – zadania typu maturalnego** Polecenia, wiązki i punktacja jak na maturze 2027	Zadania typu maturalnego	ZR	6 zad. · 15 pkt
4	**Kartkówka 1: krzyżówki, allele wielokrotne i współdziałanie genów – grupa A** 15 minut · 7 pkt	Kartkówka	ZR	4 zad. · 7 pkt 15 min
5	**Kartkówka 1: krzyżówki, allele wielokrotne i współdziałanie genów – grupa B** 15 minut · 7 pkt	Kartkówka	ZR	4 zad. · 7 pkt 15 min
6	**Kartkówka 2: sprzężenia, płeć i rodowody – grupa A** 15 minut · 6 pkt	Kartkówka	ZR	4 zad. · 6 pkt 15 min
7	**Kartkówka 2: sprzężenia, płeć i rodowody – grupa B** 15 minut · 6 pkt	Kartkówka	ZR	4 zad. · 6 pkt 15 min
8	**Sprawdzian: Genetyka klasyczna – grupa A** 45 minut · 21 pkt	Sprawdzian	ZR	10 zad. · 21 pkt 45 min
9	**Sprawdzian: Genetyka klasyczna – grupa B** 45 minut · 21 pkt	Sprawdzian	ZR	10 zad. · 21 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)

- **XIV.1.1** zapisuje i analizuje krzyżówki (w tym krzyżówki testowe) oraz określa prawdopodobieństwo wystąpienia określonych genotypów i fenotypów oraz stosunek fenotypowy w pokoleniach potomnych, w tym cech warunkowanych przez allele wielokrotne
- **XIV.1.2** przedstawia dziedziczenie jednogenowe, dwugenowe i wielogenowe (dominacja pełna, dominacja niepełna, kodominacja, współdziałanie dwóch lub większej liczby genów)
- **XIV.1.3** przedstawia główne założenia chromosomowej teorii dziedziczności Morgana
- **XIV.1.4** analizuje dziedziczenie cech sprzężonych; oblicza odległość między genami; na podstawie odległości między genami określa kolejność ich ułożenia na chromosomie
- **XIV.1.5** wyjaśnia istotę dziedziczenia pozajądrowego
- **XIV.1.6** przedstawia determinację oraz dziedziczenie płci
- **XIV.1.7** przedstawia dziedziczenie cech sprzężonych z płcią
- **XIV.1.8** analizuje rodowody i na ich podstawie ustala sposób dziedziczenia danej cechy

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: II.3 / XIV.1.1–XIV.1.8. Do użytku własnego i pracy z własnymi uczniami.

Genetyka klasyczna – najważniejsze wiadomości

Teoria, przykłady z wyjaśnieniem, rozgrzewka

ZR KARTA 1/9

Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ..... / 7 pkt

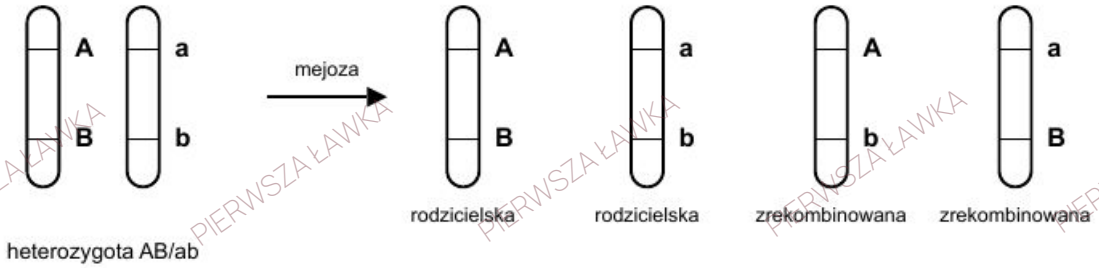
Najważniejsze wiadomości · 7 pkt

Przypomnij sobie

- **Pojęcia. Gen** zajmuje w chromosomie określone miejsce – **locus**; **allele** to warianty genu w tym samym locus chromosomów homologicznych. **Genotyp** to zestaw alleli, **fenotyp** – ujawnione cechy (zależne od genotypu i środowiska). Homozygota ma dwa jednakowe allele (AA, aa), heterozygota – dwa różne (Aa). Krzyżówkę zapisujemy: P (rodzice) → gamety → F1; prawdopodobieństwo genotypu dziecka = iloczyn prawdopodobieństw gamet, które się łączą.

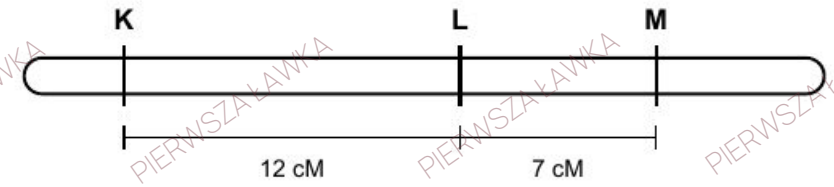
Typ dziedziczenia	Co się dzieje	Przykładowy stosunek fenotypów w F2 (lub w krzyżówce)
dominacja pełna	heterozygota ma fenotyp homozygoty dominującej	Aa × Aa → 3 : 1
dominacja niepełna	heterozygota ma fenotyp pośredni	Rr × Rr → 1 : 2 : 1 (fenotypy = genotypy)
kodominacja	u heterozygoty widać efekt obu alleli	grupa krwi AB (I^AI^B)
allele wielokrotne	w populacji gen ma więcej niż dwa allele, osobnik diploidalny ma najwyżej dwa	grupy krwi ABO: I^A, I^B, i
dwa geny niezależne	geny w różnych parach chromosomów – allele rozchodzą się niezależnie	AaBb × AaBb → 9 : 3 : 3 : 1; AaBb × aabb → 1 : 1 : 1 : 1
współdziałanie genów – epistaza recesywna	układ gg jednego genu nie pozwala ujawnić się drugiemu genowi	9 : 3 : 4
współdziałanie genów – komplementacja	cecha ujawnia się tylko przy allelu dominującym obu genów	9 : 7
dziedziczenie wielogenowe (addytywne)	wiele genów o sumującym się działaniu; cecha ilościowa, zmienność ciągła	2 geny: 1 : 4 : 6 : 4 : 1

- **Kluczowe:** Dwa geny w różnych parach chromosomów dziedziczą się niezależnie, więc prawdopodobieństwa się mnożą: P(aabb) z AaBb × AaBb = 1/4 · 1/4 = 1/16. Stosunek 9 : 3 : 3 : 1 pojawia się tylko przy krzyżowaniu dwóch heterozygot i braku sprzężenia.
- **Krzyżówka testowa.** Badanego osobnika z cechą dominującą łączy się w parę z homozygotą recesywną. Homozygota recesywna daje tylko gamety z allelami recesywnymi, więc fenotypy potomstwa pokazują, jakie gamety wytworzył badany osobnik: same fenotypy dominujące → AA; 1 : 1 → Aa; przy dwóch genach 1 : 1 : 1 : 1 → AaBb (geny niezależne).
- **Pułapka:** Stosunek 9 : 3 : 4 albo 9 : 7 to nie „błąd w wynikach", tylko współdziałanie genów: 16 kombinacji gamet zostaje, zmienia się liczba klas fenotypów. Zawsze sprawdź, czy suma części wynosi 16.
- **Chromosomowa teoria dziedziczności (T.H. Morgan i współpracownicy, badania na muszce owocowej).** Główne założenia: (1) geny leżą w chromosomach, ułożone liniowo, każdy w stałym locus; (2) geny jednego chromosomu tworzą **grupę sprzężeniową** i są dziedziczone razem – liczba grup sprzężeniowych równa się liczbie par chromosomów homologicznych (u człowieka: 23 u kobiety, 24 u mężczyzny – X i Y to osobne grupy); (3) sprzężenie może zostać przerwane przez **crossing-over** w profazie I mejozy – powstają gamety zrekombinowane; (4) częstość crossing-over między dwoma genami jest tym większa, im dalej od siebie leżą.



Heterozygota AB/ab (allele A i B w jednym chromosomie) wytwarza dużo gamet rodzicielskich i mało zrekombinowanych (rysunek własny).

- **Odległość między genami.** Częstość rekombinacji = liczba osobników zrekombinowanych : liczba wszystkich potomków · 100%. **1% rekombinacji = 1 cM** (centymorgan, jednostka mapowa). Odległość wyznacza się z krzyżówki testowej heterozygoty z homozygotą recesywną. Przy trzech genach kolejność ustala się tak, by największa odległość była sumą dwóch mniejszych – gen w środku leży między dwoma najodleglejszymi.



Mapa genetyczna: K–L 12 cM, L–M 7 cM, K–M 19 cM – gen L leży pośrodku (rysunek własny).

- **Pułapka:** Do odległości liczymy **rekombinanty z obu klas** (Ab i aB), a nie z jednej. Częstość rekombinacji między genami sprzężonymi jest mniejsza niż 50%; 50% oznacza, że geny dziedziczą się niezależnie.
- **Dziedziczenie pozajądrowe.** DNA mitochondriów i plastydów przekazywany jest z cytoplazmą komórki jajowej (plemnik wnosi do zygoty praktycznie tylko jądro), więc cechy kodowane w tym DNA dziedziczy się **w linii matczynej** i nie według praw Mendla: potomstwo zależy od tego, która odmiana była matką, a która ojcem. Przykład: dziedziczna neuropatia nerwu wzrokowego Lebera (LHON) – mutacja w mitochondrialnym DNA przekazywana przez matkę; pstrość liści niektórych roślin – dziedziczenie plastydów.
- **Determinacja płci.** U większości zwierząt płeć określają chromosomy płci; płeć heterogametyczna wytwarza dwa rodzaje gamet. U człowieka o rozwoju męskim decyduje gen *SRY* na chromosomie Y. U niektórych gadów (np. wielu żółwi) płeć zależy od temperatury inkubacji jaj.

Organizmy	Samica	Samiec	Płeć gamet decydująca o płci potomstwa
ssaki (w tym człowiek), muszka owocowa	XX	XY	plemnik (X albo Y)
ptaki, motyle	ZW	ZZ	komórka jajowa (Z albo W)
prostoskrzydłe, np. pasikonik	XX	X0 (jeden chromosom X)	plemnik (X albo bez chromosomu płci)
pszczoła miodna (haplodiploidalność)	diploidalna (z jaja zapłodnionego)	haploidalny truteń (z jaja niezapłodnionego)	zapłodnienie albo jego brak

- **Cechy sprzężone z płcią** – warunkowane przez geny w części chromosomu X, która nie ma odpowiednika w Y. Mężczyzna ma jeden allel (jest **hemizygotą**), więc allel recesywny zawsze się u niego ujawnia. Przykłady u człowieka: hemofilia A, daltonizm (recesywne, sprzężone z X). Zapis: X^HX^h – nosicielka, X^hY – chory mężczyzna.

Przykład 4. Wyjaśnij. Wyjaśnij, dlaczego cecha kodowana w DNA mitochondrialnym nie jest przekazywana przez ojca. (1 pkt)

Odp.: Cytoplazma zygoty, a z nią mitochondria, pochodzi z komórki jajowej; plemnik wnosi do zygoty praktycznie tylko jądro, a jego mitochondria nie są przekazywane potomstwu.
Dlaczego 0 pkt: „bo gen leży na chromosomie X" – to inny mechanizm (geny jądrowe).

Zadania

Zadanie 1. (0–3 pkt) ..... / 3

Oceń prawdziwość zdań.

1. Allele jednego genu zajmują to samo locus w chromosomach homologicznych.	**P**	**F**
2. Osobnik diploidalny może mieć jednocześnie trzy allele genu warunkującego grupę krwi ABO.	**P**	**F**
3. Hemizygota ma tylko jeden allel danego genu.	**P**	**F**

Zadanie 2. (0–3 pkt) ..... / 3

Wybierz właściwe określenie.

1. 1% rekombinacji odpowiada odległości **(1 cM/10 cM)** między genami.
2. U ptaków płcią heterogametyczną jest **(samica/samiec)**.
3. Cechy kodowane w DNA mitochondrialnym dziedziczy się w linii **(matczynej/ojcowskiej)**.

Zadanie 3. (0–1 pkt) ..... / 1

Jaki stosunek fenotypów daje krzyżówka testowa AaBb × aabb, gdy geny leżą w różnych chromosomach?

A. 3 : 1 B. 1 : 2 : 1 C. 1 : 1 : 1 : 1 D. 9 : 3 : 3 : 1

Genetyka klasyczna – ćwiczenia

Ćwiczę umiejętności z działu

ZR KARTA 2/9

Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ..... / 18 pkt

Ćwiczenia · 18 pkt

Zadanie 1. (0–4 pkt) ..... / 4

Dopasuj typ dziedziczenia (1–4) do stosunku fenotypów w potomstwie dwóch podwójnych heterozygot albo dwóch heterozygot (a–e). Jedna odpowiedź jest zbędna.

1. dominacja niepełna (jeden gen)
2. dwa geny niezależne, dominacja pełna
3. komplementacja dwóch genów
4. dziedziczenie addytywne (dwa geny)

a) 9 : 7
b) 1 : 2 : 1
c) 1 : 4 : 6 : 4 : 1
d) 9 : 3 : 3 : 1
e) 3 : 1

1 ____ 2 ____ 3 ____ 4 ____

Zadanie 2. (0–2 pkt) ..... / 2

Kobieta z grupą krwi A, której ojciec miał grupę 0, i mężczyzna z grupą B, którego matka miała grupę 0, planują dziecko. Podaj genotypy rodziców i ustal prawdopodobieństwo, że dziecko odziedziczy grupę krwi 0 oraz że będzie miało grupę AB.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 3. (0–1 pkt) ..... / 1

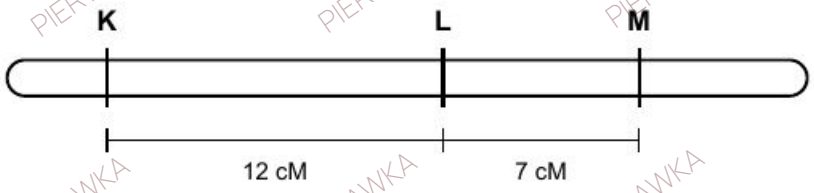
U pewnego gatunku rośliny wysokość warunkują addytywnie dwa geny niezależne (R, S); każdy allel dominujący dodaje tyle samo do wysokości. Skrzyżowano dwie rośliny RrSs. Oblicz, jaka część potomstwa będzie miała dokładnie dwa allele dominujące.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 4. (0–2 pkt) ..... / 2

Na rysunku przedstawiono fragment mapy genetycznej. Oblicz, jaki odsetek gamet heterozygoty KM/km (allele K i M w jednym chromosomie) będzie miał układ alleli Km, jeśli zachodzi tylko crossing-over pojedynczy.

Miejsce na rozwiązanie



Zadanie 5. (0–1 pkt) ..... / 1

Odległości między trzema genami wynoszą: P–R 5 cM, R–S 16 cM, P–S 11 cM. Podaj kolejność genów na chromosomie i uzasadnij ją obliczeniem.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 6. (0–4 pkt) ..... / 4

Przyporządkuj organizmy do sposobu determinacji płci.

kot domowy szarańczak (konik polny) osa bielinek kapustnik

XX / XY	ZW / ZZ	XX / X0	haplodiploidalność

Zadanie 7. (0–2 pkt) ..... / 2

Kobieta, której ojciec był daltonistą, a ona sama rozróżnia barwy prawidłowo, ma dzieci z mężczyzną bez zaburzeń widzenia barw. Podaj genotypy rodziców i ustal prawdopodobieństwo, że ich syn okaże się daltonistą, oraz że córka będzie daltonistką.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 8. (0–2 pkt) ..... / 2

Wyjaśnij, dlaczego porównanie wyników krzyżówek odwrotnych (♀ odmiany 1 × ♂ odmiany 2 oraz ♀ odmiany 2 × ♂ odmiany 1) pozwala odróżnić dziedziczenie pozajądrowe od jądrowego.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 3. (0–3 pkt)

Wykonaj polecenia na podstawie tekstu i tabeli.

Mutacja w DNA mitochondrialnym

W pewnej rodzinie wykryto mutację w genie mitochondrialnym, która zaburza działanie łańcucha oddechowego. Komórka zawiera setki cząsteczek mtDNA; część z nich może mieć mutację, a część nie. Objawy pojawiają się zwykle dopiero wtedy, gdy odsetek zmutowanego mtDNA jest duży. W tabeli przedstawiono wyniki badania członków rodziny.

Osoba	Odsetek mtDNA z mutacją w komórkach krwi [%]	Objawy choroby
matka	40	brak
ojciec	0	brak
córka	85	są
starszy syn	15	brak
młodszy syn	70	są
dziecko młodszego syna	0	brak

Opracowanie własne, wyniki przykładowe.

Zadanie 3.1. (0–1 pkt) ..... / 1

Na podstawie danych sformułuj wniosek dotyczący sposobu dziedziczenia tej mutacji.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 3.2. (0–2 pkt) ..... / 2

Wyjaśnij, dlaczego córka i obaj synowie mają różny odsetek zmutowanego mtDNA, choć wszystkie dzieci mają tę samą matkę.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 4. (0–1 pkt) ..... / 1

Oceń, czy podane stwierdzenia są zgodne z założeniami teorii Morgana.

1. Liczba grup sprzężeniowych u danego gatunku odpowiada liczbie par chromosomów homologicznych.	**P**	**F**
2. Im bliżej siebie leżą dwa geny w chromosomie, tym częściej zachodzi między nimi crossing-over.	**P**	**F**
3. Geny w chromosomie są ułożone liniowo i każdy zajmuje stałe miejsce.	**P**	**F**

Sprawdzian: Genetyka klasyczna – grupa A

45 minut · 21 pkt

ZR KARTA 8/9

Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ..... / 21 pkt

Sprawdzian · 45 minut · 21 pkt

Zadanie 1. (0–1 pkt) ..... / 1

Allele wielokrotne to

A. więcej niż dwa allele jednego genu występujące w populacji.

B. allele genów leżących w jednym chromosomie.

C. allele genów leżących w chromosomie X.

D. allele kilku genów warunkujące jedną cechę.

Zadanie 2. (0–2 pkt) ..... / 2

Oceń prawdziwość stwierdzeń dotyczących dziedziczenia.

1. U heterozygoty o grupie krwi AB widać efekt obu alleli – to przykład kodominacji.	P	F
2. Stosunek 9 : 7 w potomstwie dwóch podwójnych heterozygot świadczy o sprzężeniu genów.	P	F
3. Cechy warunkowane addytywnie przez wiele genów wykazują zmienność ciągłą.	P	F

Zadanie 3. (0–2 pkt) ..... / 2

U pewnej rośliny allel A warunkuje łodygę wysoką (a – niską), allel B – nasiona gładkie (b – pomarszczone); geny są niezależne, dominacja pełna. Skrzyżowano rośliny AaBb × Aabb. Oblicz prawdopodobieństwo, że potomek będzie niski i będzie miał nasiona gładkie.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 4. (0–2 pkt) ..... / 2

U pewnej rośliny ozdobnej barwa kwiatów dziedziczy się z dominacją niepełną (RR – czerwone, Rr – różowe, rr – białe). Roślinę różową skrzyżowano z białą. Zapisz krzyżówkę i ustal stosunek fenotypów potomstwa.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 5. (0–3 pkt)

Wykonaj polecenia na podstawie tekstu.

Dwa geny jęczmienia ozdobnego

Roślinę podwójnie heterozygotyczną LN/ln (allele L i N w jednym chromosomie) skrzyżowano z rośliną ln/ln. Wśród 1000 potomków było: LN – 361, ln – 359, Ln – 138, lN – 142.

Opracowanie własne, wyniki przykładowe; oznaczenia genów umowne.

Zadanie 5.1. (0–1 pkt) ..... / 1

Oblicz odległość między genami D i E.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 5.2. (0–1 pkt) ..... / 1

Uzasadnij, że geny D i E leżą w jednym chromosomie. Odwołaj się do danych.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 5.3. (0–1 pkt) ..... / 1

Odległość między genami D i E wynosi 28 cM. Gen F leży 11 cM od genu D i 17 cM od genu E. Podaj kolejność trzech genów i uzasadnij ją.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 6. (0–2 pkt) ..... / 2

Kobieta rozróżnia barwy prawidłowo, jej rodzice także, a jej brat jest daltonistą. Ma dzieci z mężczyzną bez zaburzeń widzenia barw. Przyjmij, że nowe mutacje nie występowały. Oblicz prawdopodobieństwo, że jej pierwszy syn będzie daltonistą.

Miejsce na rozwiązanie

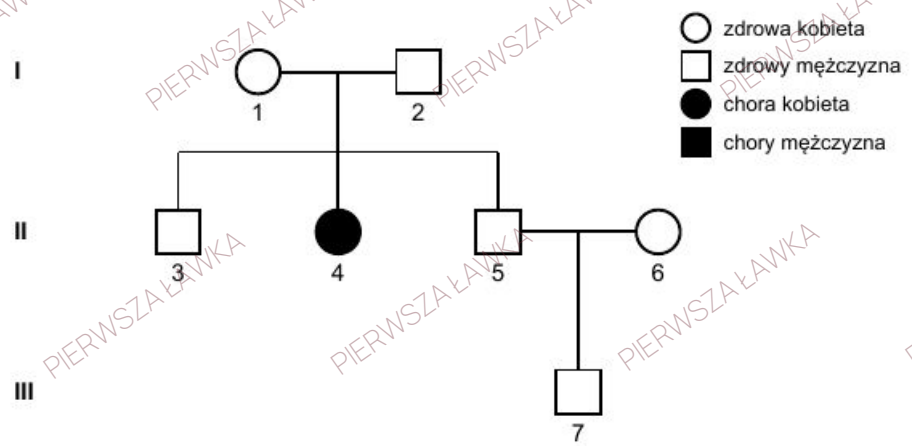
Zadanie 7. (0–3 pkt)

Wykonaj polecenia na podstawie rodowodu.

Choroba w rodzinie

Rodowód przedstawia dziedziczenie choroby warunkowanej przez jeden gen. Osoba II-6 dołączyła do rodziny przez małżeństwo.

Opracowanie własne.



CO JESZCZE JEST W ŚRODKU

Genetyka klasyczna – kartkówki, sprawdzian i karty pracy z powtórką, biologia, klasa 4 LO i technikum (zakres rozszerzony)

Podgląd pokazał 10 z 31 stron. Pełna wersja: 31 stron A4, PDF do druku i DOCX do edycji.

- Karta 1: Genetyka klasyczna – najważniejsze wiadomości – 3 zadania, 7 pkt
- Karta 2: Genetyka klasyczna – ćwiczenia – 8 zadań, 18 pkt
- Karta 3: Genetyka klasyczna – zadania typu maturalnego – 6 zadań, 15 pkt
- Karta 4: Kartkówka 1: krzyżówki, allele wielokrotne i współdziałanie genów – grupa A – 4 zadania, 7 pkt
- Karta 5: Kartkówka 1: krzyżówki, allele wielokrotne i współdziałanie genów – grupa B – 4 zadania, 7 pkt
- Karta 6: Kartkówka 2: sprzężenia, płeć i rodowody – grupa A – 4 zadania, 6 pkt
- Karta 7: Kartkówka 2: sprzężenia, płeć i rodowody – grupa B – 4 zadania, 6 pkt
- Karta 8: Sprawdzian: Genetyka klasyczna – grupa A – 10 zadań, 21 pkt
- Karta 9: Sprawdzian: Genetyka klasyczna – grupa B – 10 zadań, 21 pkt Karta 1 to teoria z przykładami i wzorcowymi odpowiedziami, karta 2 – ćwiczenia, karta 3 – zadania typu matural

Kup pełną wersję – plik od razu na e-mail
pierwszalawka.pl/material/biologia-liceum-klasa-4-zr-dzial-24-genetyka-klasyczna