ROZDZIAŁ 13

Ewolucja

Zbiór zadań maturalnych z biologii · poziom rozszerzony · matura 2027

W tym rozdziale

Zakres	XVI. Ewolucja: źródła wiedzy o ewolucji, zmienność, dobór naturalny i jego rodzaje, dryf genetyczny, prawo Hardy'ego–Weinberga, gatunek i specjacja, radiacja adaptacyjna, konwergencja i dywergencja, drzewa filogenetyczne, pochodzenie człowieka (podstawa programowa, zakres rozszerzony)
R. Repetytorium	Źródła wiedzy o ewolucji; Zmienność i przyczyny zmian częstości alleli; Dobór naturalny; Dryf genetyczny i prawo Hardy'ego–Weinberga; Gatunek i specjacja; Drzewa filogenetyczne i pochodzenie człowieka; ramki „Na maturze" i „Typowe błędy"
A. Zadania wprowadzające	zadania 1–6 · 14 punktów
B. Zadania maturalne	zadania 7–16 · 36 punktów
C. Zadania trudniejsze	zadania 17–20 · 21 punktów
Razem	20 zadań (50 poleceń), 71 punktów
Rozwiązania	osobny plik: klucz do zadań zamkniętych, przykładowe odpowiedzi i zasady oceniania w układzie CKE (z wymaganiami podstawy programowej przy każdym poleceniu)

Jak pracować z rozdziałem

A	Zadania sprawdzające podstawowe pojęcia i procesy działu.
B	Zadania w formule egzaminu maturalnego (Formuła 2023): wiązki do wspólnego materiału, doświadczenia, dane liczbowe.
C	Zadania wymagające łączenia wiadomości i analizy złożonych danych.
Pomoce	Jak na maturze: *Wybrane wzory i stałe fizykochemiczne na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki*, linijka, kalkulator prosty.

Opracowanie własne „Pierwsza Ławka". Zakres zgodny z podstawą programową kształcenia ogólnego – biologia, zakres rozszerzony (Dz.U. 2024 poz. 1019) i z Informatorem o egzaminie maturalnym z biologii od roku szkolnego 2024/2025. Zbiór nie jest materiałem Centralnej Komisji Egzaminacyjnej. Typy zadań i zasady oceniania wzorowane na egzaminie maturalnym CKE.

Podgląd • Pierwsza Ławka

R Repetytorium

Źródła wiedzy o ewolucji

Źródło	Co dostarcza	Przykład
paleontologia	skamieniałości ułożone w kolejności warstw skalnych; formy przejściowe łączące cechy dwóch grup	kopalne ryby mięśniopłetwe z kośćmi płetw podobnymi do kończyn
anatomia porównawcza	narządy homologiczne (wspólne pochodzenie, ten sam plan budowy, różne funkcje), analogiczne (podobna funkcja, różne pochodzenie) i szczątkowe	kończyny przednie ssaków; skrzydło ptaka i owada; mięśnie poruszające małżowiną uszną człowieka
embriologia	podobieństwo wczesnych stadiów rozwoju; zawiązki struktur, które później zanikają	łuki skrzelowe i ogon w zarodkach kręgowców, także człowieka
biogeografia	rozmieszczenie gatunków odpowiadające historii lądów i barier; endemity wysp	torbacze Australii; endemiczne gatunki archipelagów oceanicznych
biologia molekularna	uniwersalny kod genetyczny; im bliższe pokrewieństwo, tym mniej różnic w sekwencjach DNA i białek; wspólne pseudogeny i wstawki wirusowe w tych samych miejscach genomu	porównanie sekwencji genów rRNA, cytochromu *c*

- **Dywergencja** – rozchodzenie się cech potomków wspólnego przodka w różnych środowiskach; jej wynikiem są narządy **homologiczne**. **Konwergencja** (ewolucja zbieżna) – niezależne powstanie podobnych cech u niespokrewnionych linii żyjących w podobnych warunkach (podobna presja doboru); jej wynikiem są narządy **analogiczne**.
- O konwergencji świadczy nie samo podobieństwo, lecz dowód **niezależnego pochodzenia**: cecha nie występowała u wspólnego przodka, co można wykazać np. na podstawie drzewa filogenetycznego, systematyki albo odmiennego pochodzenia rozwojowego narządu.

Podgląd • Pierwsza Ławka

Zmienność i przyczyny zmian częstości alleli

- **Zmienność genetyczna** (dziedziczna): **mutacyjna** – mutacje genowe i chromosomowe są jedynym pierwotnym źródłem nowych alleli; **rekombinacyjna** – crossing-over, niezależna segregacja chromosomów w mejozie i losowe łączenie się gamet tworzą nowe kombinacje istniejących alleli. **Zmienność niedziedziczna** (środowiskowa) dotyczy fenotypu osobnika i nie jest przekazywana potomstwu – dobór działa na nią, ale nie zmienia przez nią puli genowej.
- Ewolucja to zmiana częstości alleli w puli genowej populacji z pokolenia na pokolenie. Zmienia się populacja, a nie pojedynczy osobnik.

Czynnik	Jak zmienia pulę genową	Kierunek zmian
mutacje	wprowadzają nowe allele (bardzo powoli zmieniają częstości)	losowy względem potrzeb organizmu
dobór naturalny	osobniki o korzystnych w danym środowisku fenotypach zostawiają więcej potomstwa – rośnie częstość ich alleli	ukierunkowany przez środowisko
dryf genetyczny	losowe zmiany częstości alleli, silne w małych populacjach; prowadzi do utrwalenia albo utraty alleli	losowy
przepływ genów (migracje)	napływ i odpływ alleli z osobnikami lub gametami (np. pyłek); upodabnia populacje	zależny od różnic między populacjami
nielosowe kojarzenie	kojarzenie krewniacze zwiększa udział homozygot; samo w sobie nie zmienia częstości alleli	–

Dobór naturalny

- **Mechanizm:** (1) osobniki w populacji różnią się cechami, a część tej zmienności jest dziedziczna; (2) rodzi się więcej osobników, niż może przeżyć i rozmnożyć się; (3) osobniki o cechach lepiej dostosowanych do warunków środowiska mają większą szansę przeżycia i wydania potomstwa (większe **dostosowanie**); (4) ich allele są częściej przekazywane następnemu pokoleniu, więc ich częstość w puli genowej rośnie. Dobór nie tworzy zmienności – „wybiera” spośród istniejących wariantów.
- **Adaptacja** w sensie ewolucyjnym to cecha utrwalona przez dobór w wielu pokoleniach, a nie zmiana, jaką przechodzi pojedynczy osobnik (aklimatyzacja). Nowe cechy adaptacyjne powstają, gdy dobór kumuluje korzystne mutacje i ich kombinacje.

Rodzaj doboru	Które osobniki są faworyzowane	Skutek dla rozkładu cechy
stabilizujący	o wartościach cechy zbliżonych do średniej	średnia bez zmian, mniejsza zmienność
kierunkowy	o jednej skrajnej wartości cechy (np. większe, ciemniejsze)	przesunięcie średniej w jednym kierunku
różnicujący (rozrywający)	o obu skrajnych wartościach cechy; formy pośrednie mają mniejsze szanse	rozkład dwuwierzchołkowy; może poprzedzać specjację

Podgląd • Pierwsza Ławka

Dryf genetyczny i prawo Hardy'ego–Weinberga

- **Dryf genetyczny** – losowe zmiany częstości alleli niezależne od ich wpływu na dostosowanie. Jest tym silniejszy, im mniejsza populacja. **Efekt wąskiego gardła** – drastyczny spadek liczebności (np. katastrofa, polowania); **efekt założyciela** – nowa populacja zakładana przez kilka osobników. W obu przypadkach nowa pula genowa zawiera tylko część alleli populacji wyjściowej, a ich częstości mogą być zupełnie inne. Skutek: utrata zmienności, wzrost udziału homozygot (także przez kojarzenie krewniacze), częstsze ujawnianie się alleli recesywnych.
- **Prawo Hardy'ego–Weinberga:** w populacji idealnej częstości alleli i genotypów nie zmieniają się z pokolenia na pokolenie. **Założenia:** populacja bardzo liczna; kojarzenie losowe (panmiksja); brak mutacji; brak migracji (przepływu genów); brak doboru naturalnego (wszystkie genotypy mają jednakową przeżywalność i płodność).
- Dla genu o dwóch allelach (częstości p – allel dominujący, q – recesywny): $\boldsymbol{p + q = 1}$ oraz $\boldsymbol{p^2 + 2pq + q^2 = 1}$ (p^2 – homozygoty dominujące, $2pq$ – heterozygoty, q^2 – homozygoty recesywne).
- **Schemat obliczeń:** przy dominacji pełnej tylko fenotyp recesywny wskazuje genotyp, więc liczymy od q^2 (częstość osobników o cesze recesywnej) → $q = \sqrt{q^2}$ → $p = 1 - q$ → $2pq$. Przy kodominacji lub gdy znamy liczby genotypów: p = (2 · liczba AA + liczba Aa) / (2 · liczba osobników).
- Rzeczywiste populacje nie spełniają wszystkich założeń. Prawo jest punktem odniesienia: odchylenie obserwowanych częstości od oczekiwanych albo zmiana częstości alleli w kolejnych pokoleniach wskazuje, że działa któryś z czynników ewolucji.

Gatunek i specjacja

- **Gatunek biologiczny** – zbiór populacji, których osobniki w naturze krzyżują się ze sobą i wydają płodne potomstwo, a są izolowane rozrodczo od innych takich zbiorów. Gatunek ma więc **wspólną, izolowaną pulę genową**: allele przepływają między jego populacjami, ale nie przenikają (lub przenikają w znikomym stopniu) do pul genowych innych gatunków.

Bariery rozrodcze (rozróżnienie pomocnicze)	Przykłady
przed zapłodnieniem (prezygotyczne)	rozród w różnych siedliskach lub porach, odmienne zachowania godowe
po zapłodnieniu (postzygotyczne)	mała żywotność lub bezpłodność mieszańców

- **Specjacja allopatryczna:** bariera geograficzna (góry, przesmyk lądowy, morze) rozdziela populację → brak przepływu genów → w każdej części niezależnie zachodzą mutacje, dryf i dobór w odmiennych warunkach → pule genowe się różnicują → po zniknięciu bariery osobniki już się nie krzyżują lub mieszańce są bezpłodne.
- **Specjacja sympatryczna** (bez izolacji geograficznej): najczęściej przez **poliploidyzację** (zwłaszcza allopoliploidyzację u roślin – mieszaniec dwóch gatunków podwaja liczbę chromosomów, staje się płodny i od razu izolowany od gatunków rodzicielskich), także przez dobór różnicujący połączony z kojarzeniem się osobników podobnych (np. zmiana żywiciela, preferencje godowe).
- **Radiacja adaptacyjna** – szybkie powstanie wielu gatunków od jednego przodka, przystosowanych do różnych nisz. Sprzyja jej zasiedlenie nowego obszaru (wyspa, nowe jezioro) lub wymarcie konkurentów: dużo wolnych nisz, mała konkurencja, zróżnicowane siedliska, izolacja populacji.

Podgląd • Pierwsza Ławka

Drzewa filogenetyczne i pochodzenie człowieka

- **Drzewo filogenetyczne** (kladogram) przedstawia hipotezę o pokrewieństwie: rozgałęzienie (węzeł) to wspólny przodek, gałęzie wychodzące z jednego węzła to **grupy siostrzane**. Pokrewieństwo ocenia się po tym, jak niedawno taksony miały wspólnego przodka – nie po odległości nazw na rysunku ani po liczbie gałęzi między nimi. Gałęzie można obracać wokół węzła bez zmiany treści drzewa.
- Cecha zaznaczona na odcinku drzewa pojawiła się u przodka i występuje (o ile nie została utracona) u wszystkich jego potomków. Grupa **monofiletyczna** – przodek i wszyscy jego potomkowie; **parafiletyczna** – przodek i tylko część potomków; **polifiletyczna** – grupa taksonów pochodzących od różnych przodków; najbliższy wspólny przodek grupy do niej nie należy (np. grupa wyróżniona na podstawie cechy powstałej niezależnie, jak ptaki wodne).
- Człowiek należy do naczelnych, w obrębie człekokształtnych (razem z gibonami i wielkimi małpami); najbliżej spokrewniony z szympansem (wspólny przodek ok. 6–7 mln lat temu), potem z gorylem, orangutanem i gibonami.

Forma kopalna (kolejność pojawienia się)	Wybrane cechy
Ardipithecus ramidus	mały mózg (ok. 300–350 cm³); stopa z odstającym, chwytnym paluchem; chód dwunożny na ziemi i wspinanie się
Australopithecus afarensis	mózg ok. 400–500 cm³; dwunożny (tropy z Laetoli), długie kończyny górne, wysunięta twarz
Homo habilis	mózg ok. 550–700 cm³; najdawniejsze narzędzia kamienne (kultura olduwajska)
Homo erectus	mózg ok. 800–1100 cm³; proporcje ciała jak u człowieka współczesnego; pięściaki; ogień; pierwszy poza Afryką
Homo neanderthalensis	mózg ok. 1500 cm³; krępa budowa, wały nadoczodołowe; Europa i Azja Zach.; pochówki
Homo sapiens	mózg ok. 1350 cm³; wysokie czoło, bródka, słabe wały nadoczodołowe; sztuka, złożone narzędzia

Człowiek a małpy człekokształtne. Wspólne: chwytna dłoń z przeciwstawnym kciukiem, paznokcie, widzenie stereoskopowe i barwne, brak ogona, podobny kariotyp i sekwencje DNA. Cechy człowieka: stała dwunożność – otwór potyliczny wielki przesunięty do przodu, kręgosłup wygięty w kształt litery S, miednica szeroka i niska, stopa wysklepiona z paluchem równoległym do pozostałych palców; duża mózgoczaszka w stosunku do twarzoczaszki; małe kły, paraboliczny łuk zębowy.

Podgląd • Pierwsza Ławka

Na maturze

- W poleceniach „Rozstrzygnij, czy… Odpowiedź uzasadnij” (konwergencja czy dywergencja, czy populacja jest w równowadze) klucz wymaga **rozstrzygnięcia i uzasadnienia odnoszącego się do danych z zadania**. Uzasadnienie będące samą definicją („bo cecha powstała niezależnie”) nie daje punktu – trzeba wskazać, z czego wynika niezależne pochodzenie (np. organizmy należą do wielu różnych, odległych grup systematycznych).
- Wyjaśniając działanie doboru, opisz cały łańcuch: zmienność dziedziczna → różna przeżywalność lub liczba potomstwa w konkretnych warunkach z zadania → częstsze przekazywanie alleli → zmiana częstości w kolejnych pokoleniach. Odpowiedź, że osobniki „przystosowały się” lub „wykształciły cechę, bo była potrzebna”, jest oceniana na 0 pkt.
- Przy dryfie i efektach wąskiego gardła lub założyciela klucz oczekuje genetycznego podłoża: mała liczba osobników → losowa utrata alleli / zmiana ich częstości → mniejsza różnorodność genetyczna (więcej homozygot).
- W obliczeniach H–W zapisz tok obliczeń i wynik bez przedwczesnych zaokrągleń; zaczynaj od częstości genotypu, który da się rozpoznać po fenotypie (homozygota recesywna) lub od liczb genotypów.
- Pytany o założenie H–W niespełnione w opisanej populacji, wskaż **konkretne** założenie i odnieś je do opisu (np. „populacja liczyła kilkanaście osobników – nie jest bardzo liczna”).

Typowe błędy

Tak traci się punkty	Tak jest dobrze	Dlaczego
„Konwergencja, bo ta cecha wyewoluowała u nich niezależnie” – samo powtórzenie definicji.	„Konwergencja – cechę mają gatunki należące do wielu różnych, odległych grup systematycznych, więc nie odziedziczyły jej po wspólnym przodku”.	Klucz nie uznaje uzasadnienia będącego definicją; wymaga argumentu z materiału na niezależne pochodzenie (CKE 2025, zad. 18.1; 2026, zad. 20.1).
„Konwergencja, bo cechę mają różne gatunki”.	„…bo cechę mają gatunki z wielu różnych rodzin”.	Różne gatunki mogą należeć do jednej grupy, która odziedziczyła cechę po wspólnym przodku; argumentem jest dopiero przynależność do różnych grup (sprawozdanie CKE 2025, zad. 18.1).
„Rośliny wytworzyły tę formę, bo rosną w takich warunkach” – zmiana osobnika.	„Ta forma utrwaliła się w wyniku doboru naturalnego: w tych warunkach rośliny o takiej budowie częściej przeżywały i wydawały potomstwo”.	Adaptacja ewolucyjna to wynik doboru w wielu pokoleniach, a nie aklimatyzacja osobnika; klucz nie uznaje odpowiedzi nieodnoszących się do procesów ewolucyjnych (CKE 2025, zad. 18.1).
„Osobniki z innych hodowli zwiększają różnorodność genetyczną” – bez skutku dla populacji.	„…zwiększają różnorodność genetyczną, co ogranicza chów wsobny i ujawnianie się szkodliwych alleli oraz zwiększa możliwości przystosowania populacji”.	Klucz wymagał konsekwencji większej różnorodności genetycznej dla przetrwania populacji (sprawozdanie CKE 2025, zad. 19.1).

Podgląd • Pierwsza Ławka

A Zadania wprowadzające

Zadanie 1. (0–3)

Poniżej opisano obserwacje, które są wykorzystywane jako świadectwa ewolucji.

Zadanie 1.1. (0–2)

Przyporządkuj każdej obserwacji (1–5) dziedzinę wiedzy, której dotyczy (A–E). Wpisz oznaczenia literowe w wyznaczonych miejscach.

A. paleontologia
B. anatomia porównawcza
C. embriologia
D. biogeografia
E. biologia molekularna

1.	W skałach z okresu dewonu znaleziono szczątki zwierzęcia, które miało łuski i skrzela, ale również ruchomą szyję i kości w płetwach piersiowych ułożone podobnie jak w kończynie czworonoga.	.....
2.	W ścianie ciała wieloryba grenlandzkiego znajdują się niewielkie kości miednicy i uda, niepołączone z kręgosłupem i niewidoczne z zewnątrz.	.....
3.	U człowieka i innych małp wąskonosych gen enzymu potrzebnego do syntezy witaminy C jest niefunkcjonalny (pseudogen) i ma te same zmiany w tych samych miejscach sekwencji.	.....
4.	W zarodkach pytona tworzą się zawiązki kończyn tylnych, które nie rozwijają się w pełne kończyny.	.....
5.	Na Madagaskarze żyje ponad sto gatunków lemurów, które nie występują naturalnie nigdzie indziej.	.....

Zadanie 1.2. (0–1)

Wyjaśnij, dlaczego obserwacja dotycząca zarodków pytona przemawia za pochodzeniem węży od przodków mających kończyny.

.....

.....

.....

Podgląd • Pierwsza Ławka

Zadanie 2. (0–2)

Pula genowa populacji zmienia się pod wpływem kilku czynników. Źródłem jej różnorodności jest zmienność genetyczna osobników.

Zadanie 2.1. (0–1)

Oceń prawdziwość stwierdzeń dotyczących zmienności. Zaznacz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Crossing-over i niezależna segregacja chromosomów w mejozie tworzą nowe kombinacje alleli, ale nie tworzą nowych alleli.	**P**	**F**
2.	Zmiany fenotypu wywołane wyłącznie warunkami środowiska są przekazywane potomstwu, dlatego dobór naturalny działający na nie zmienia pulę genową populacji.	**P**	**F**

Zadanie 2.2. (0–1)

Przyporządkuj każdemu opisowi (1–4) czynnik, który w opisanej sytuacji zmienia częstości alleli w populacji (A–E). Jeden czynnik nie pasuje do żadnego opisu.

A. dobór naturalny
B. dryf genetyczny
C. przepływ genów
D. mutacja
E. kojarzenie krewniacze

1.	W komórce, z której powstaje plemnik, polimeraza DNA wbudowała błędny nukleotyd, co dało nową wersję genu.	.....
2.	W stawie zanieczyszczonym miedzią przeżywają i rozmnażają się głównie rośliny rzęsy z allelem warunkującym tolerancję na miedź.	.....
3.	Trzmiele przenoszą pyłek maku polnego z dużej populacji na skraju lasu do małej populacji na sąsiednim polu.	.....
4.	Podczas pożaru zginęła przypadkowa połowa niewielkiej populacji ryjówek, niezależnie od cech osobników.	.....

Podgląd • Pierwsza Ławka

Zadanie 3.2. (0–1)

Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

U sikory bogatki z najliczniejszych lęgów do dorosłości dożywa mniej młodych na lęg niż z lęgów o średniej liczbie jaj, ponieważ rodzice nie są w stanie wykarmić wszystkich piskląt, a z lęgów najmniej licznych wylatuje po prostu mało młodych. Wpływ tych zależności na liczbę jaj w lęgu jest przykładem doboru

A. kierunkowego, faworyzującego duże lęgi.

B. stabilizującego.

C. różnicującego.

D. kierunkowego, faworyzującego małe lęgi.

Zadanie 4. (0–3)

U jaguara czarne ubarwienie (melanizm) jest warunkowane allelem dominującym genu *MC1R*, a typowe, cętkowane ubarwienie – allelem recesywnym. W pewnej populacji jaguarów 19% osobników jest czarnych (dane modelowe). Przyjmij, że populacja ta jest w stanie równowagi genetycznej Hardy'ego–Weinberga.

Zadanie 4.1. (0–2)

Oblicz częstość allelu warunkującego melanizm w tej populacji oraz określ, jaki odsetek czarnych jaguarów stanowią heterozygoty. Zapisz obliczenia. Wynik podaj w procentach z dokładnością do 0,1%.

Podgląd • Pierwsza Ławka

Zadanie 5.2. (0–1)

Uzasadnij, że kumak nizinny i kumak górski są odrębnymi gatunkami, mimo że w strefie kontaktu tworzą mieszańce. W odpowiedzi odnieś się do pojęcia puli genowej i do informacji z tekstu.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Zadanie 6. (0–2)

Poniżej opisano pary narządów występujących u różnych organizmów.

Określ, czy podobieństwo lub zróżnicowanie opisanych narządów (1–5) jest wynikiem konwergencji (K), czy – dywergencji (D). Wpisz K albo D w wyznaczonych miejscach.

1.	Liście przekształcone w dzbanki pułapkowe u dzbanecznika (Azja Płd.-Wsch., rząd goździkowców) i u kapturnicy (Ameryka Płn., rząd wrzosowców); najbliżsi krewni obu roślin nie mają liści pułapkowych.	.....
2.	Płetwa piersiowa foki i skrzydło nietoperza – mają ten sam układ kości kończyny przedniej ssaka.	.....
3.	Narządy elektryczne strętwokształtnych, np. węgorza elektrycznego (Ameryka Płd.), i mrukowatych (Afryka) – ryby te należą do odległych rzędów, a narządy powstały u nich z tkanki mięśniowej w różnych miejscach ciała.	.....
4.	Kłujący aparat gębowy komara i gryzący aparat gębowy chrząszcza – zbudowane z tych samych par odnóży gębowych.	.....
5.	Ciernie berberysu i wąsy czepne grochu – oba są przekształconymi liśćmi lub ich częściami.	.....

Podgląd • Pierwsza Ławka

Zadanie 13. (0–3)

Na początku XX w. do zachodniej części USA zawleczono z Europy trzy diploidalne gatunki kozibrodów ($2n = 12$): kozibród wielki (*Tragopogon dubius*), kozibród porowy (*T. porrifolius*) i kozibród łąkowy (*T. pratensis*). W połowie XX w. opisano tam dwa nowe gatunki, nieznane w Europie: *T. mirus* i *T. miscellus*, oba z $2n = 24$. Badania chromosomów i DNA wykazały, że *T. mirus* powstał z mieszańca *T. dubius* i *T. porrifolius*, a *T. miscellus* – z mieszańca *T. dubius* i *T. pratensis*, przez podwojenie liczby chromosomów. Diploidalne mieszańce tych gatunków ($2n = 12$) są w większości bezpłodne.

Na podstawie: na podstawie badań nad kozibrodami w stanach Waszyngton i Idaho

Zadanie 13.1. (0–2)

Wyjaśnij, dlaczego diploidalny mieszaniec *T. dubius* i *T. porrifolius* jest w większości bezpłodny, a *T. mirus* wytwarza prawidłowe gamety. W odpowiedzi odnieś się do przebiegu mejozy.

Zadanie 13.2. (0–1)

Wykaż, że *T. mirus* od momentu powstania jest izolowany rozrodczo od gatunków rodzicielskich, choć rośnie razem z nimi na tym samym terenie.

Podgląd • Pierwsza Ławka

CO JESZCZE JEST W ŚRODKU

Matura 2027 z biologii (poziom rozszerzony) – zbiór zadań, rozdział 13: Ewolucja – repetytorium, zadania i zasady oceniania

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

- Zadania (35 stron): repetytorium działu (Źródła wiedzy o ewolucji, Zmienność i przyczyny zmian częstości alleli, Dobór naturalny, Dryf genetyczny i prawo Hardy'ego–Weinberga, Gatun
- Rozwiązania (20 stron): klucz do zadań zamkniętych, przykładowe odpowiedzi do zadań otwartych i zasady oceniania w układzie CKE – za co jest punkt, co się uznaje i czego się nie uz

Kup pełną wersję – plik od razu na e-mail
pierwszalawka.pl/material/biologia-matura-zbior-zadan-rozdzial-13-ewolucja