CENTRALNA KOMISJA EGZAMINACYJNA

Arkusz zawiera informacje prawnie chronione do momentu rozpoczęcia egzaminu.

WYPEŁNIA ZDAJĄCY

KOD

PESEL

Miejsce na naklejkę.
Sprawdź, czy kod na naklejce to **M-100**.
Jeżeli tak – przyklej naklejkę.
Jeżeli nie – zgłoś to nauczycielowi.

Egzamin maturalny ***Formuła 2023***

BIOLOGIA

Poziom rozszerzony

Symbol arkusza
MBIP-R0-**100**-2506

DATA: **5 czerwca 2025 r.**

GODZINA ROZPOCZĘCIA: **14:00**

CZAS TRWANIA: **180 minut**

LICZBA PUNKTÓW DO UZYSKANIA: **60**

Przed rozpoczęciem pracy z arkuszem egzaminacyjnym

1. Sprawdź, czy nauczyciel przekazał Ci **właściwy arkusz egzaminacyjny**, tj. arkusz we **właściwej formule**, z **właściwego przedmiotu** na **właściwym poziomie**.
2. Jeżeli przekazano Ci **niewłaściwy** arkusz – natychmiast zgłoś to nauczycielowi. Nie rozrywaj banderol.
3. Jeżeli przekazano Ci **właściwy** arkusz – rozerwij banderole po otrzymaniu takiego polecenia od nauczyciela. Zapoznaj się z instrukcją na stronie 2.

Układ graficzny
© CKE 2022

Instrukcja dla zdającego

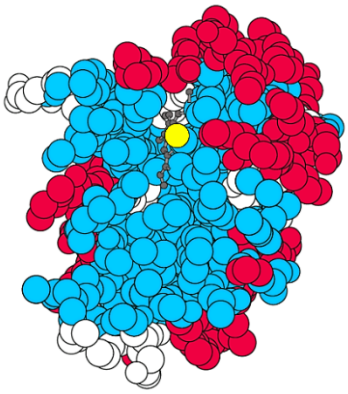
1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 31 stron (zadania 1–22). Ewentualny brak zgłoś przewodniczącemu zespołu nadzorującego egzamin.
2. Na pierwszej stronie arkusza oraz na karcie odpowiedzi wpisz swój numer PESEL i przyklej naklejkę z kodem.
3. Odpowiedzi zapisz w miejscu na to przeznaczonym przy każdym zadaniu.
4. Pisz czytelnie. Używaj długopisu/pióra tylko z czarnym tuszem/atramentem.
5. Nie używaj korektora, a błędne zapisy wyraźnie przekreśl.
6. Pamiętaj, że zapisy w brudnopisie nie będą oceniane.
7. Możesz korzystać z *Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki*, z linijki oraz z kalkulatora prostego. Upewnij się, czy przekazano Ci broszurę z okładką taką jak widoczna poniżej.



Zadanie 1.

Mioglobina to białko występujące w cytozolu włókien mięśniowych. Jest ono zbudowane z pojedynczego łańcucha polipeptydowego oraz z hemu. Łańcuch polipeptydowy mioglobiny zawiera 153 reszty aminokwasowe, a hem składa się z układu porfirynowego oraz ze – związanego z jego centrum – atomu pewnego pierwiastka.

Na poniższym rysunku przedstawiono przekrój przez model cząsteczki mioglobiny. Kolorem niebieskim oznaczono reszty aminokwasowe z podstawnikami niepolarnymi; kolorem czerwonym – reszty aminokwasowe z podstawnikami polarnymi; natomiast kolorem białym – pozostałe reszty aminokwasowe. Kolorem żółtym oznaczono atom związany z centrum układu porfirynowego, znajdującego się w szczelinie cząsteczki białka.



Na podstawie: J.M. Berg i in., *Biochemia*, Warszawa 2022.

Zadanie 1.1. (0–1)

Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Z centrum układu porfirynowego hemu jest związany atom

A. sodu.

B. fluoru.

C. jodu.

D. żelaza.

Zadanie 1.2. (0–1)

Wyjaśnij, dlaczego we wnętrzu cząsteczki mioglobiny znajdują się niemal wyłącznie reszty aminokwasowe z podstawnikami niepolarnymi. W odpowiedzi uwzględnij środowisko formowania się struktury przestrzennej tego białka.

.....

.....

.....

.....

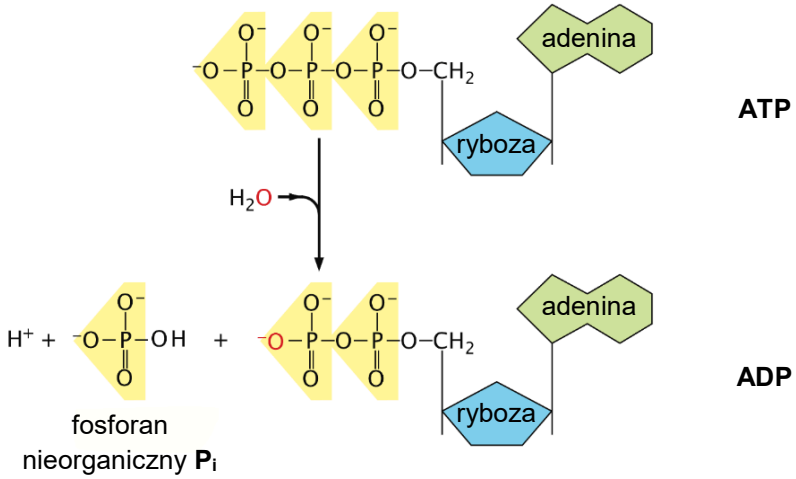
.....

Zadanie 2.

ATP jest uniwersalnym nośnikiem energii w komórce. W typowych warunkach podczas hydrolizy ATP do ADP i P_i uwalnia się znaczna ilość energii – od 46 do 54 kJ/mol ATP.

Ważną częścią ATP jest reszta trifosforanowa, składająca się z reszt kwasu fosforowego(V) połączonych wiązaniami bezwodnikowymi. Te wiązania są często określane jako „wysokoenergetyczne”, ale do ich zerwania – tak jak do zerwania każdego innego wiązania – jest potrzebna energia. Ujemne ładunki reszt kwasu fosforowego(V) odpychają się nawzajem, czego skutkiem są wewnętrzne naprężenia występujące w cząsteczce ATP. Podczas hydrolizy ATP do ADP i P_i jest zrywane jedno wiązanie bezwodnikowe oraz częściowo są usuwane naprężenia wewnętrzne.

Na poniższym schemacie przedstawiono reakcję hydrolizy ATP.



Na podstawie: B. Alberts i in., *Molecular Biology of the Cell*, Nowy Jork i Abingdon 2007.

Zadanie 2.1. (0–1)

Do której grupy związków organicznych należy ATP? Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

A. cukry

B. lipidy

C. nukleotydy

D. aminokwasy

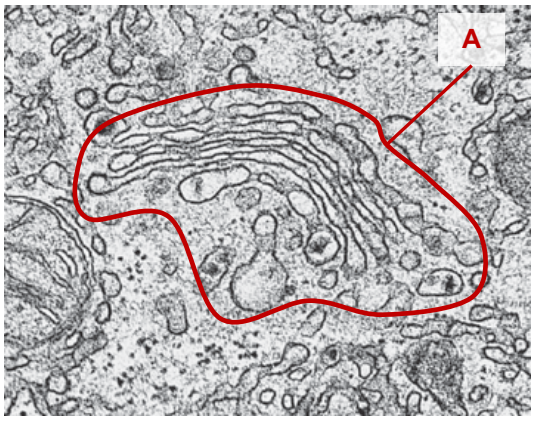
Zadanie 2.2. (0–1)

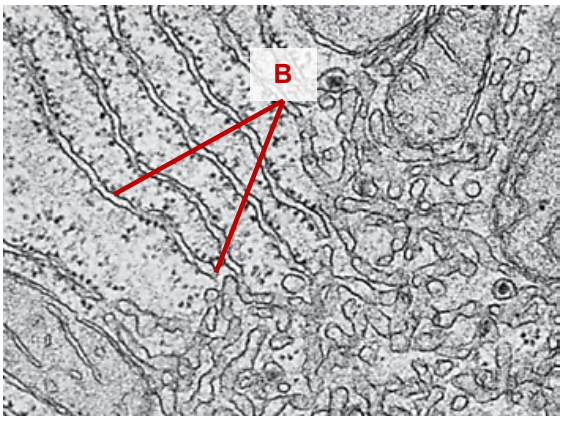
Oceń, czy poniższe stwierdzenia dotyczące ATP są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	W cząsteczce ATP występują dwa wiązania „wysokoenergetyczne”.	**P**	**F**
2.	Energia uwalniana podczas hydrolizy ATP równa się energii koniecznej do zerwania wiązania bezwodnikowego.	**P**	**F**

Zadanie 3.

Na poniższych fotografiach z mikroskopu elektronowego przedstawiono dwie struktury wewnątrzkomórkowe oznaczone literami A i B.





Na podstawie: D.W. Fawcett, *Bloom and Fawcett. A Textbook of Histology*, Nowy Jork 1994, [w:] E.P. Solomon i in., *Biologia*, Warszawa 2014.

Zadanie 3.1. (0–2)

Uzupełnij tabelę – podaj nazwy struktur oznaczonych na fotografiach literami A i B oraz rozstrzygnij, czy w tych strukturach są obecne błony i rybosomy.

Struktura	**Nazwa struktury** (*siateczka śródplazmatyczna szorstka / aparat Golgiego*)	**Obecność w strukturze**	
		błon (*tak / nie*)	**rybosomów** (*tak / nie*)
A			
B			

Zadanie 3.2. (0–1)

Wyjaśnij, na czym polega współdziałanie siateczki śródplazmatycznej szorstkiej i aparatu Golgiego w wytwarzaniu białek przeznaczonych do wydzielenia poza komórkę.

.....

.....

.....

.....

.....

Zadanie 4.

Okrzemki stanowią zróżnicowaną grupę jednokomórkowych glonów. Wewnątrz komórki znajdują się liczne organella: jądro komórkowe, chloroplasty otoczone czterema błonami, mitochondria oraz aparat Golgiego. Materiałem zapasowym jest chryzolaminaryna, należąca do polisacharydów, oraz tłuszcze. Okrzemki są okryte ścianą komórkową, zwaną pancerzykiem, która jest zbudowana z pektyny wysyconej uwodnioną krzemionką.
Na poniższej mikrofotografii przedstawiono różne gatunki okrzemek.



Okrzemki natleniają wodę, mają duży udział w produkcji pierwotnej wód oraz stanowią pokarm dla wielu organizmów, w tym dla wielu ryb.

Na podstawie: B. Rakowska, *Okrzemki – organizmy, które odniosły sukces*, „Kosmos" 52(2–3), 2003.
Fotografia: The International Society for Diatom Research (isdr.org).

Zadanie 4.1. (0–2)

Uzasadnij, że okrzemki <u>nie</u> należą do królestwa roślin – porównaj dwie wymienione w tekście cechy budowy komórek okrzemek z cechami budowy komórek roślin.

1. .....

.....

2. .....

.....

Zadanie 4.2. (0–1)

Wyjaśnij, w jaki sposób okrzemki przyczyniają się do natleniania wody. W odpowiedzi uwzględnij budowę komórki i metabolizm okrzemek.

.....

.....

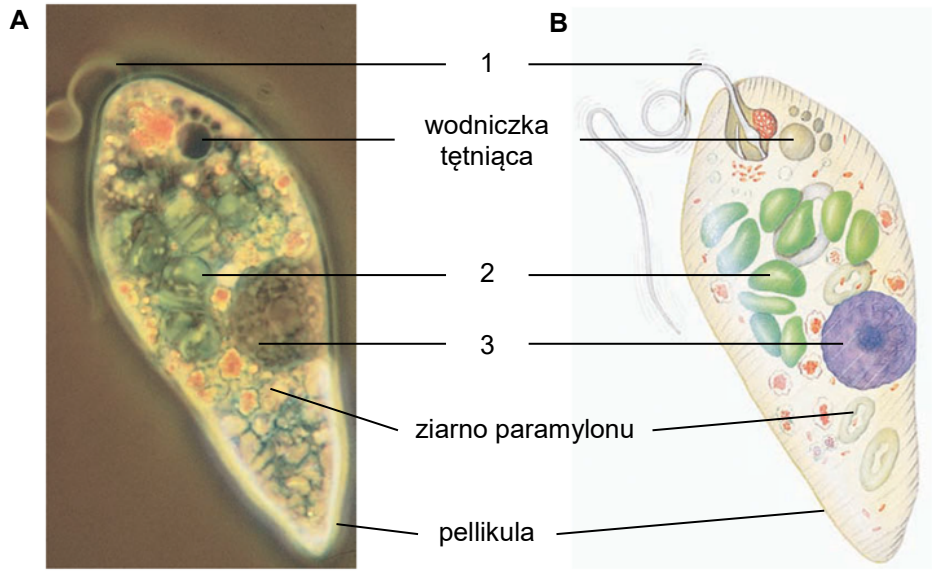
.....

.....

.....

Zadanie 5. (0–2)

Na poniższej mikrofotografii (A) oraz na rysunku (B) przedstawiono budowę protista – eugleny (*Euglena gracilis*). Mikrofotografię A wykonano z użyciem mikroskopu świetlnego. Rysunek B wykonano na podstawie tej mikrofotografii.



Na podstawie: E.P. Solomon i in., *Biologia*, Warszawa 2014.
Fotografia i rysunek: Biophoto Associates/Photo Researchers, Inc.

Podaj nazwy organellów oznaczonych na mikrofotografii (A) i na rysunku (B) numerami 1.–3.

1. .....

2. .....

3. .....

Zadanie 6.

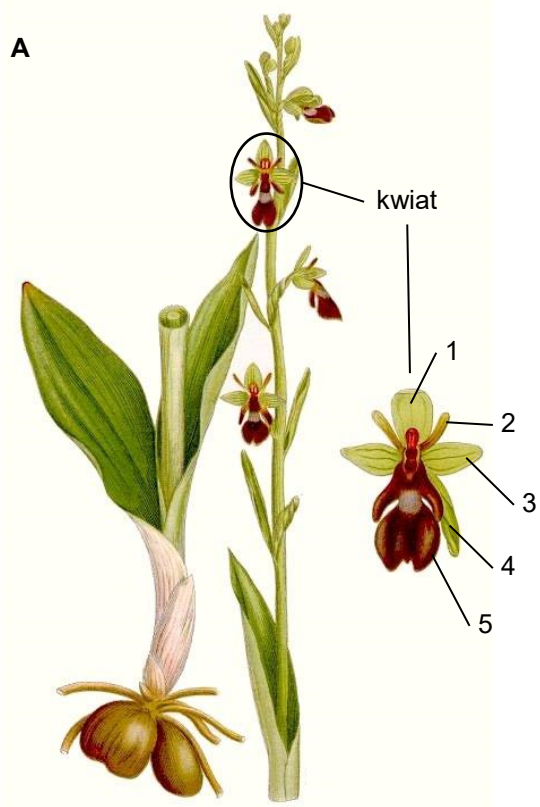
Dwulistnik muszy (*Ophrys insectifera*) jest chronionym gatunkiem storczyka, występującym w Polsce na niewielkiej liczbie stanowisk. Ta roślina występuje na nasłonecznionych górskich murawach kserotermicznych oraz na łąkach o podłożu wapiennym. Głównym zagrożeniem dla tego gatunku jest postępująca sukcesja, prowadząca do zarastania jego stanowisk.

Okwiat dwulistnika składa się z zewnętrznych działek, które są zielone i eliptyczne, oraz z okółka wewnętrznego, którego dwie działki są purpurowe i nitkowate, a trzecia – środkowa działka jest przekształcona w tzw. warżkę. Na środku owłosionej, ciemnopurpurowej warżki, przypominającej kształtem odwłok samicy owada, znajduje się jasna plamka.

W okresie kwitnienia dwulistnik muszy wytwarza substancje, które składem chemicznym i zapachem przypominają feromony samic błonkówek: niestylaka piewikowca (*Gorytes fargei*) i niestylaka wąsala (*Gorytes mystaceus*). Zwabione zapachem i pokrojem kwiatów samce błonkówek siadają na tych kwiatach. Pakiety pyłku dwulistników przyklejają się do ciała owadów, dzięki czemu pyłek jest transportowany na inne kwiaty. Zapylony kwiat dwulistnika zaczyna wydzielać substancje wonne identyczne z tymi, które wytwarzają zapłodnione samice błonkówek. U dwulistnika może dojść również do samozapłodnienia.

Na rysunku A przedstawiono budowę dwulistnika muszego, a na zdjęciu B – samicę niestylaka wąsala.

A



B



Na podstawie: B. Binkiewicz, *Nowe stanowiska dwulistnika muszego* Ophrys insectifera *w Tatrzańskim Parku Narodowym*, „Chrońmy Przyrodę Ojczystą” 71(3), 2015;
J. Koszteyn, *Zjawisko mimikry a problem orientacji i decepcji* w: S. Ziemiański (red.), *Philosophia vitam alere*, Kraków 2005;
A. Pociecha, *Kwiat czy owad?*, 2014 (www.eduscience.pl).
Rysunek: C.A.M. Lindman, *Bilder ur Nordens Flora*, Sztokholm 1917–1926.
Fotografia: I. Tew, *Bees Wasps & Ants Recording Society*, 2020.

Zadanie 6.1. (0–1)

Określ, który element (1.–5.) budowy morfologicznej kwiatu dwulistnika muszego naśladuje czułki, a który – odwłok samicy niestylaka wąsala. Wpisz właściwe numery w odpowiednie miejsca.

czułki: ..... odwłok: .....

Zadanie 6.2. (0–1)

Wyjaśnij, na czym polega następująca adaptacja: *Zapylone kwiaty dwulistnika muszego mają zapach taki jak zapłodnione samice błonkówek*.

.....

.....

.....

.....

.....

Zadanie 6.3. (0–1)

Uzasadnij, że usuwanie krzewów i drzew ze stanowisk występowania dwulistnika muszego prowadzi do zwiększenia liczebności populacji tego gatunku.

.....

.....

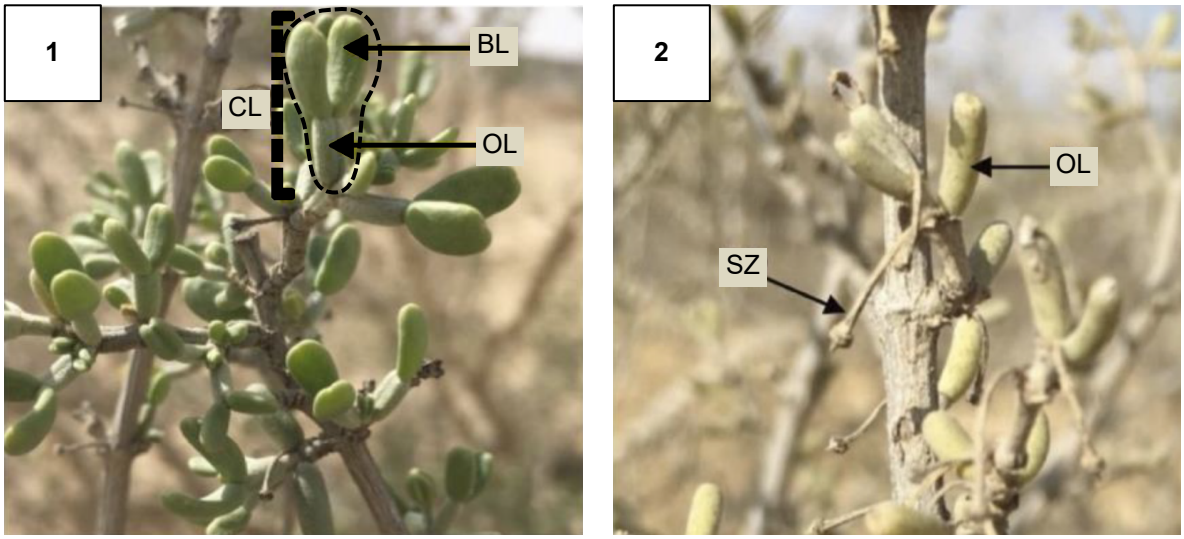
.....

.....

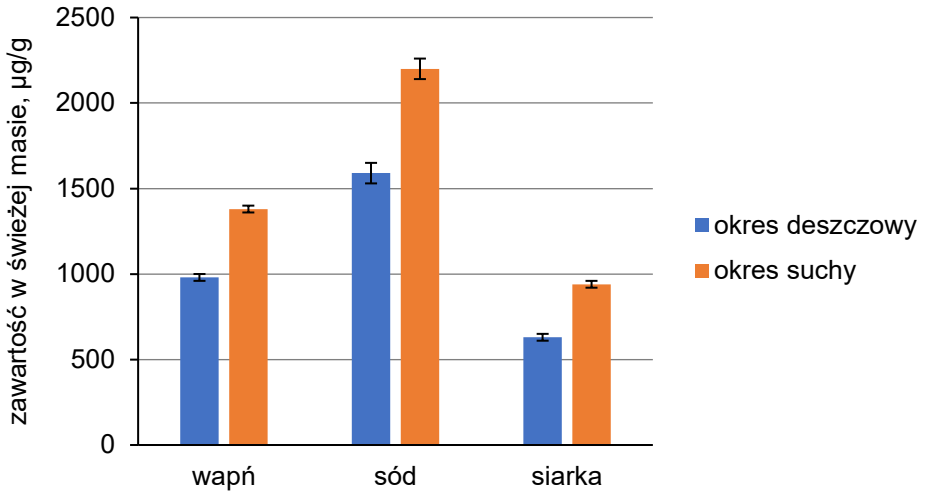
Zadanie 7.

Parolist krzaczasty (*Zygophyllum dumosum*) jest dominującym krzewem na pustyni Negew w Izraelu. Ten krzew toleruje suszę i wysokie zasolenie – warunki, które powszechnie panują w ekosystemie pustynnym. Parolist jest bardzo aktywny w okresie deszczowym, kiedy wytwarza nowe liście i kwiaty. Liście parolistu składają się z pary mięsistych blaszek liściowych, które są umieszczone na grubym ogonku, pokrytym woskiem. Podczas okresu suchego blaszki liściowe są zrzucane, ale na krzewie pozostają uśpione, ale żywe, mięsiste ogonki liściowe. Na początku pory deszczowej wzrasta tempo metabolizmu w ogonkach liściowych, które utraciły w czasie pory suchej tylko część zgromadzonej wody. Ogonki liściowe są zrzucane dopiero po dwóch latach wegetacji. Z pąków znajdujących się w kątach ogonków liściowych rozwijają się nowe łodygi, wraz z nowymi liśćmi.

Na poniższych zdjęciach przedstawiono parolista krzaczastego w okresie deszczowym (zdjęcie 1.) oraz w okresie suchym (zdjęcie 2.). Oznaczenia: CL – cały liść złożony; BL – blaszka liściowa; OL – ogonek liściowy; SZ – szypułka kwiatowa.



Badacze zmierzyli zawartość wybranych pierwiastków w ogonkach liściowych parolista krzaczastego w okresie deszczowym i w okresie suchym. Na poniższym wykresie przedstawiono uśrednione pomiary z czterech prób wraz z odchyleniem standardowym.



Na podstawie: J. Srinivasan i in., *Endophytic Bacteria Colonizing the Petiole of the Desert Plant* Zygophyllum dumosum *Boiss: Possible Role in Mitigating Stress*, „Plants” 11(4), 2022.

Zadanie 7.1. (0–1)

Oceń, czy poniższe stwierdzenia dotyczące wyników przedstawionego doświadczenia są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Wszystkie wyniki pomiarów zawartości wapnia w okresie suszy były takie same.	**P**	**F**
2.	Zawartość siarki w świeżej masie ogonków liściowych była większa w okresie suchym w porównaniu do okresu deszczowego.	**P**	**F**

Zadanie 7.2. (0–2)

Podaj jedną cechę fizjologiczną i jedną cechę anatomiczną parolista krzaczastego stanowiące adaptacje do niedoboru wody oraz wyjaśnij, na czym polega każda z tych adaptacji.

Cecha fizjologiczna: .....

.....

.....

.....

Cecha anatomiczna: .....

.....

.....

.....

Zadanie 7.3. (0–1)

Dokończ zdanie. Zaznacz odpowiedź A albo B oraz jej uzasadnienie 1. albo 2.

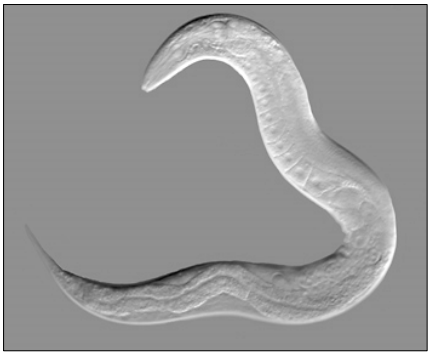
Transport jonów z roztworu glebowego do komórek korzenia odbywa się

A.	na zasadzie osmozy,	ponieważ	**1.**	jony muszą przejść przez błony komórkowe, a we wnętrzu komórek jest niższy potencjał wody niż w roztworze glebowym.
B.	z udziałem białek przenośnikowych,		**2.**	sole mineralne rozpuszczają się w roztworze glebowym i przemieszczają się przez błony komórkowe tak, jak się przemieszcza woda.

Zadanie 8.

Nicienie należą do zwierząt pseudocelomatycznych. We wnętrzu wora powłokowo-mięśniowego są rozmieszczone narządy wewnętrzne, a przestrzeń między nimi – pseudoceloma – jest wypełniona płynem.

Na poniższym zdjęciu przedstawiono przykładowego nicienia z gatunku *Caenorhabditis elegans*.



Nicienie rozmnażają się wyłącznie płciowo, ale u poszczególnych gatunków rozmnażanie płciowe przebiega w odmienny sposób.

Na podstawie: C. Błaszak (red.), *Zoologia. Bezkręgowce*, t. 1, cz. 1, Warszawa 2014.
Fotografia: B. Goldstein.

Zadanie 8.1. (0–1)

Wyjaśnij, na czym polega współdziałanie mięśni i płynu wypełniającego pseudocelomę podczas ruchu nicieni.

.....

.....

.....

.....

.....

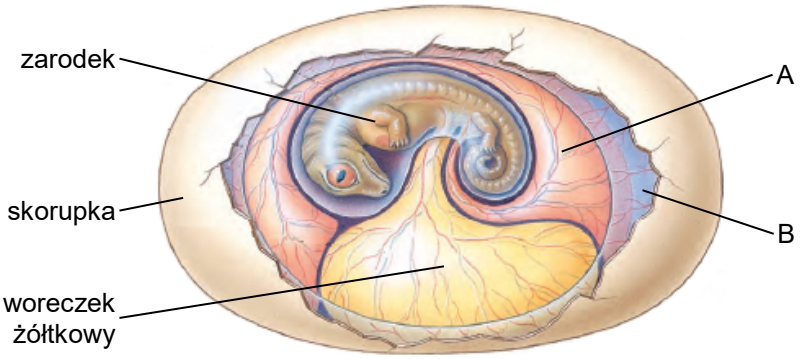
Zadanie 8.2. (0–2)

Oceń, w których z opisanych przypadków jest możliwe otrzymanie potomstwa zróżnicowanego genetycznie. Zaznacz T (tak), jeśli jest możliwe otrzymanie zróżnicowanego genetycznie potomstwa, albo N (nie) – jeśli takiej możliwości nie ma.

1.	Diploidalny osobnik wytwarza haploidalne plemniki, które zapładniają haploidalne komórki jajowe wytwarzane przez tego samego osobnika.	**T**	**N**
2.	U samic niezapłodniona komórka jajowa, która powstała na drodze podziału mitotycznego, rozwija się w zarodek.	**T**	**N**
3.	U samic powstające podczas drugiego podziału mejotycznego: komórka jajowa i ciałko kierunkowe, łączą się i tworzą zygotę.	**T**	**N**

Zadanie 9.

Na poniższym rysunku przedstawiono budowę jaja pewnego owodniowca.



Na podstawie: C.P. Hickman Jr., *Integrated Principles of Zoology*, Nowy Jork 2001.

Zadanie 9.1. (0–2)

Uzupełnij tabelę – podaj nazwy oraz określ funkcje błon płodowych oznaczonych na schemacie literami A i B.

Oznaczenie	**Nazwa błony płodowej** (*kosmówka / omocznia / owodnia*)	**Funkcja błony płodowej**
A		
B		

Zadanie 9.2. (0–1)

Wykaż, że obecność owodni w jajach owodniowców jest adaptacją do składania jaj w środowisku lądowym.

.....

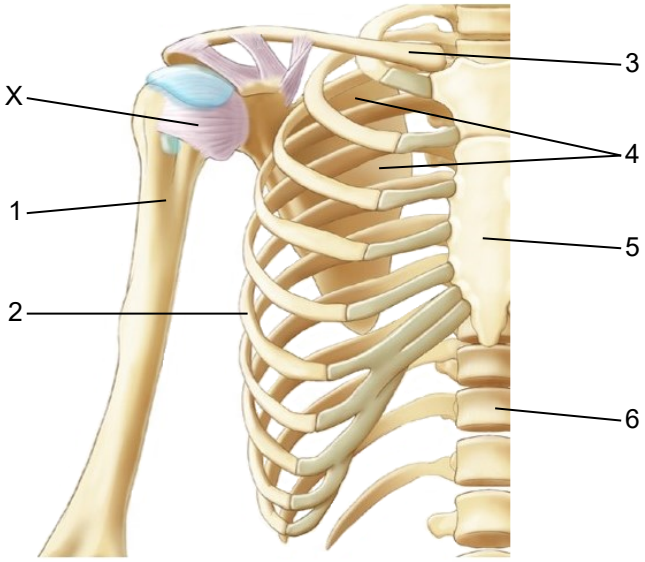
.....

.....

.....

Zadanie 10.

Na poniższym rysunku przedstawiono budowę fragmentu szkieletu człowieka.



Na podstawie: NATOM Collection, Callimedia 2012.

Zadanie 10.1. (0–1)

Uzupełnij tabelę – spośród kości szkieletu człowieka oznaczonych 1.–6. wybierz i zapisz numery tych dwóch, które wchodzą w skład obręczy barkowej, oraz podaj nazwy tych kości.

Nr z ilustracji	Nazwa

Zadanie 10.2. (0–1)

Dokończ zdanie. Zaznacz odpowiedź A albo B oraz odpowiedź 1. albo 2.

Na rysunku literą X oznaczono

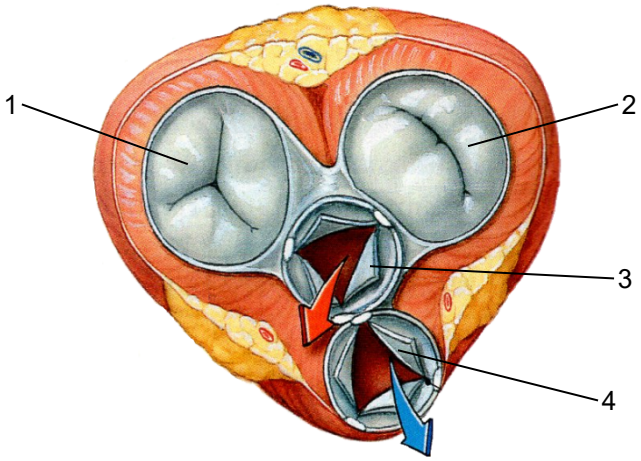
A.	ścięgno,	które	**1.**	jest przedłużeniem mięśnia i stanowi jego przyczep do kości.
B.	więzadło,		**2.**	łączy kości i stabilizuje ich układ.

Zadanie 11.

Na poniższym rysunku przedstawiono widok serca człowieka z góry, w przekroju poprzecznym, na poziomie przegród przedsionkowo-komorowych, po usunięciu przedsionków i dużych naczyń. Widoczne są wszystkie zastawki obecne w sercu, które oznaczono cyframi 1–4.

Strzałki oznaczają kierunek przepływu krwi:

natlenowanej odtlenowanej



Na podstawie: D.U. Silverthorn, *Fizjologia człowieka. Zintegrowane podejście*, Warszawa 2018.

Zadanie 11.1. (0–1)

Do każdej z wymienionych poniżej zastawek przyporządkuj właściwy numer z powyższego rysunku (1.–4.).

zastawka trójdzielna – .....

zastawka, przez którą krew się dostaje z serca do obiegu małego – .....

Zadanie 11.2. (0–1)

Rozstrzygnij, czy serce przedstawione na powyższym rysunku jest w stanie skurczu komór, czy – ich napełniania, oraz podaj nazwę tętnicy bezpośrednio połączonej z lewą komorą serca i tętnicy bezpośrednio połączonej z prawą komorą serca.

Stan serca (*skurcz komór / napełnianie komór*): .....

Tętnica połączona z lewą komorą serca: .....

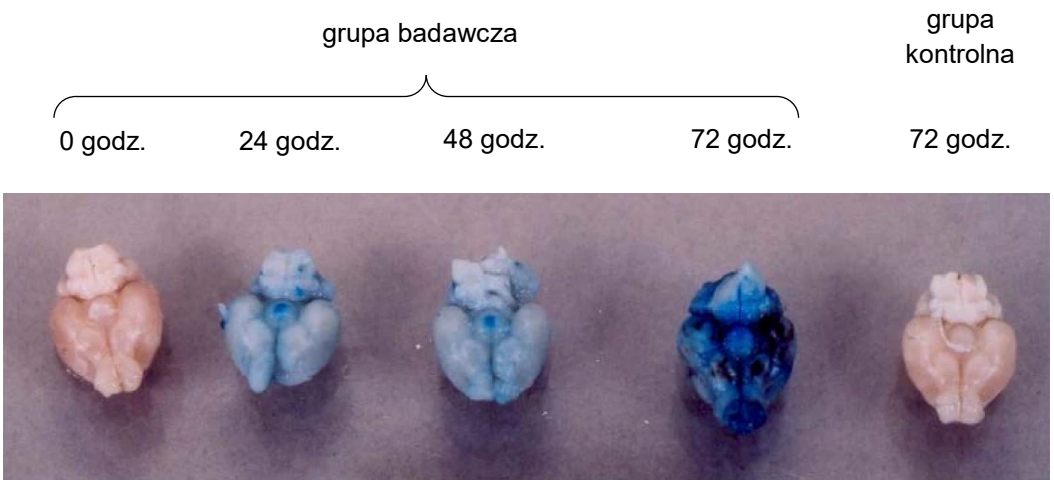
Tętnica połączona z prawą komorą serca: .....

Zadanie 12.

Bariera *krew – mózg* to fizyczna i funkcjonalna granica między mózgowymi naczyniami krwionośnymi a tkanką nerwową. Ta bariera izoluje ośrodkowy układ nerwowy od potencjalnie szkodliwych związków obecnych we krwi. Bariera *krew – mózg* zapewnia wysoce selektywny transport związków krążących we krwi do płynu mózgowo-rdzeniowego. Jest to możliwe, ponieważ w naczyniach włosowatych ośrodkowego układu nerwowego między komórkami śródbłonka znajdują się dobrze wykształcone ścisłe połączenia zamykające. Te naczynia są także otoczone grubą warstwą komórek glejowych, stanowiących dodatkową barierę. Niektóre obszary mózgu, np. podwzgórze, mają częściowo zniesioną barierę *krew – mózg*.

W celu zbadania, czy bariera *krew – mózg* jest zachowana, najczęściej stosuje się wskaźnik – błękit Evansa. Ten barwnik łączy się z wysokim powinowactwem z albuminą osocza krwi.

Aby zbadać wpływ infekcji wirusem Chandipura (ChPV) na szczelność naczyń włosowatych mózgu, przeprowadzono następujące doświadczenie. Myszom z grupy badawczej podano dożylnie ChPV oraz błękit Evansa, a myszom z grupy kontrolnej – roztwór soli fizjologicznej oraz błękit Evansa. Na poniżej fotografii przedstawiono wyniki doświadczenia – obraz mózgowia po upływie jednej, dwóch oraz trzech dób od rozpoczęcia badania.



Na podstawie: K. Brzezińska i M. Ziaja, *Struktura* […], „Postępy Biologii Komórki" 39(1), 2012; A. Balakrishanan i A.C. Mishra, *Immune Response during Acute Chandipura Viral Infection in Experimentally Infected Susceptible Mice*, „Virology Journal" 5, 2008.

Zadanie 12.1. (0–1)

Na podstawie przedstawionych wyników badania sformułuj wniosek na temat wpływu infekcji ChPV na szczelność naczyń włosowatych mózgu myszy.

.....

.....

.....

Zadanie 12.2. (0–2)

Spośród poniższych struktur mózgowia człowieka wybierz i zaznacz te dwie, które są gruczołami wewnątrzwydzielniczymi.

A. szyszynka

B. wzgórze

C. przysadka mózgowa

D. móżdżek

E. hipokamp

Zadanie 12.3. (0–1)

Wykaż, że prawidłowa regulacja wydzielania wazopresyny wymaga miejscowego rozszczelnienia bariery *krew – mózg* w obrębie podwzgórza.

.....

.....

.....

.....

Zadanie 13. (0–1)

Wyjaśnij, dlaczego niedobór witaminy D prowadzi do rozwoju krzywicy – choroby układu kostnego.

.....

.....

.....

.....

.....

Zadanie 14.

Prątek gruźlicy (*Mycobacterium tuberculosis*) to bakteria wywołująca gruźlicę. Do zakażenia prątkami gruźlicy najczęściej dochodzi drogą kropelkową. Jedna czwarta ludzkości – około dwóch miliardów osób – jest zakażona prątkiem gruźlicy. U większości z tych osób mamy do czynienia z zakażeniem uśpionym – nie ma objawów choroby i nie dochodzi do zakażenia kolejnych osób. U 5%–15% osób z zakażeniem uśpionym dojdzie jednak w przyszłości do rozwoju choroby. Prawdopodobieństwo rozwoju gruźlicy u osób chorych na AIDS znacznie wzrasta. Rocznie na gruźlicę umiera 1,5 miliona osób na świecie.

Leczenie gruźlicy polega na podawaniu co najmniej dwóch leków jednocześnie: rifampicyny i izoniazydu. Podawanie tylko jednego leku prowadzi początkowo do prawie całkowitego wyleczenia choroby, ale po pewnym czasie dochodzi do jej nawrotu, mimo ciągłego podawania leku.

Na podstawie: www.igichp.edu.pl;
K. Kruczak i E. Niżankowska-Mogilnicka, *Gruźlica wielolekooporna – współczesne problemy*, „Pneumonologia i Alergologia Polska” 77(3), 2009;
E. Rowińska-Zakrzewska, *Gruźlica i HIV na świecie, w Europie i w Polsce*, „Pneumonologia i Alergologia Polska” 81(6), 2013.

Zadanie 14.1. (0–1)

Wyjaśnij, dlaczego u osób chorych na AIDS znacznie wzrasta ryzyko rozwoju gruźlicy w przypadku dotychczas uśpionego zakażenia prątkiem gruźlicy.

.....

.....

.....

.....

.....

Zadanie 14.2. (0–1)

Wyjaśnij, dlaczego podawanie tylko jednego leku prowadzi najpierw do prawie całkowitego wyleczenia gruźlicy, a następnie – do jej nawrotu. W odpowiedzi uwzględnij mechanizm działania doboru naturalnego.

.....

.....

.....

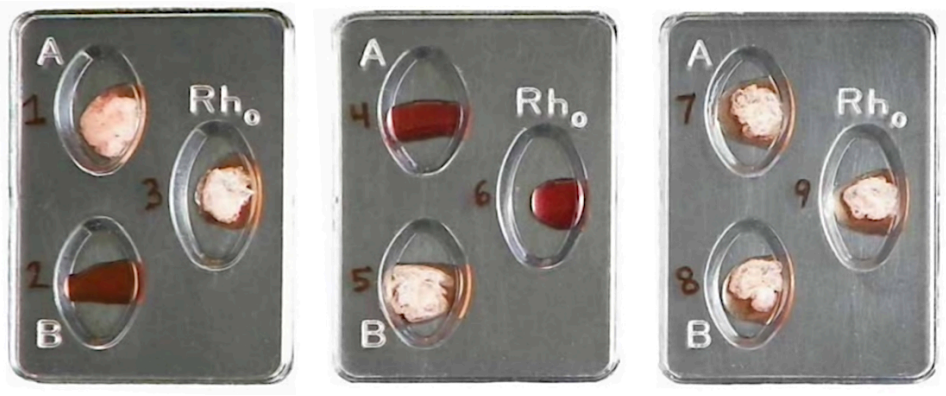
.....

.....

Zadanie 15.

Grupę krwi w układach ABO i Rh można określić dzięki reakcji immunochemicznej. Najpierw na płytkę nanosi się próbkę badanej krwi, a potem dodaje się odpowiednie przeciwciała. Na pierwszej fotografii przedstawiono wynik testu dla grupy A Rh+, a na kolejnych dwóch – dla nieznanych grup krwi.

A Rh+ I II



Na podstawie: E.C. Amerman, *Exploring Anatomy & Physiology in the Laboratory*, Englewood 2017.

Zadanie 15.1. (0–1)

Określ wyniki testów przedstawionych na fotografiach I i II – podaj grupy krwi w układach ABO i Rh.

Nr testu	Układ ABO	Układ Rh
I		
II		

Zadanie 15.2. (0–2)

Oceń, czy poniższe stwierdzenia dotyczące grup krwi człowieka w układzie ABO są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

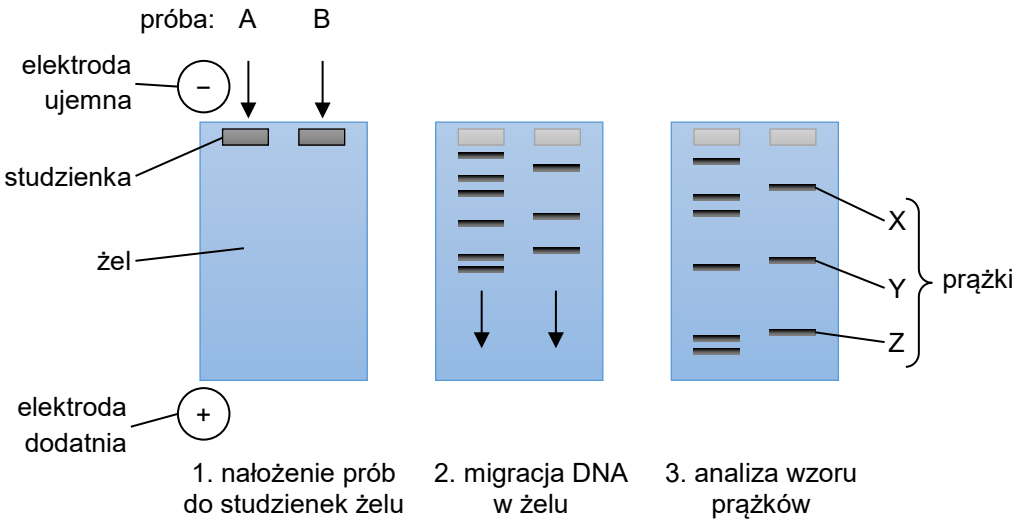
1.	Osoby z grupą krwi O są uniwersalnymi biorcami krwi.	**P**	**F**
2.	Grupa krwi w układzie ABO jest warunkowana przez antygeny występujące na krwinkach białych.	**P**	**F**
3.	W osoczu krwi osoby z grupą krwi A znajdują się przeciwciała anty-A.	**P**	**F**

Zadanie 16.

Na poniższym rysunku przedstawiono trzy etapy elektroforezy żelowej DNA. Do studzienek – zagłębień w żelu agarozowym – naniesiono próby zawierające mieszaninę fragmentów DNA o różnej wielkości. Wykonano elektroforezę z użyciem dwóch prób:

- próba A (kontrolna) – zawierała mieszaninę fragmentów DNA o znanych wielkościach
- próba B (badawcza) – zawierała mieszaninę fragmentów DNA o nieznanych rozmiarach, którą otrzymano w wyniku trawienia DNA enzymami restrykcyjnymi.

Podczas elektroforezy żel umieszczono w roztworze zawierającym jony, a następnie przyłożono napięcie elektryczne, które spowodowało przesuwanie się fragmentów DNA w żelu. Po zakończeniu migracji fragmentów DNA w żelu dodano barwnik wiążący się z DNA, co uwidoczniło na żelu prążki odpowiadające fragmentom DNA o różnej wielkości.



Na podstawie: E. Bártová, *Molekulární biologie. Gelová elektroforeza*, 2011 (cit.vfu.cz).

Zadanie 16.1. (0–1)

Określ, w jakim celu podczas elektroforezy do jednej ze studzienek wprowadza się próbę kontrolną – mieszaninę fragmentów DNA o znanych rozmiarach.

.....

.....

Zadanie 16.2. (0–1)

Rozstrzygnij, który prążek w próbie B – prążek X, Y czy Z – zawiera najkrótsze fragmenty DNA. Odpowiedź uzasadnij.

Rozstrzygnięcie: .....

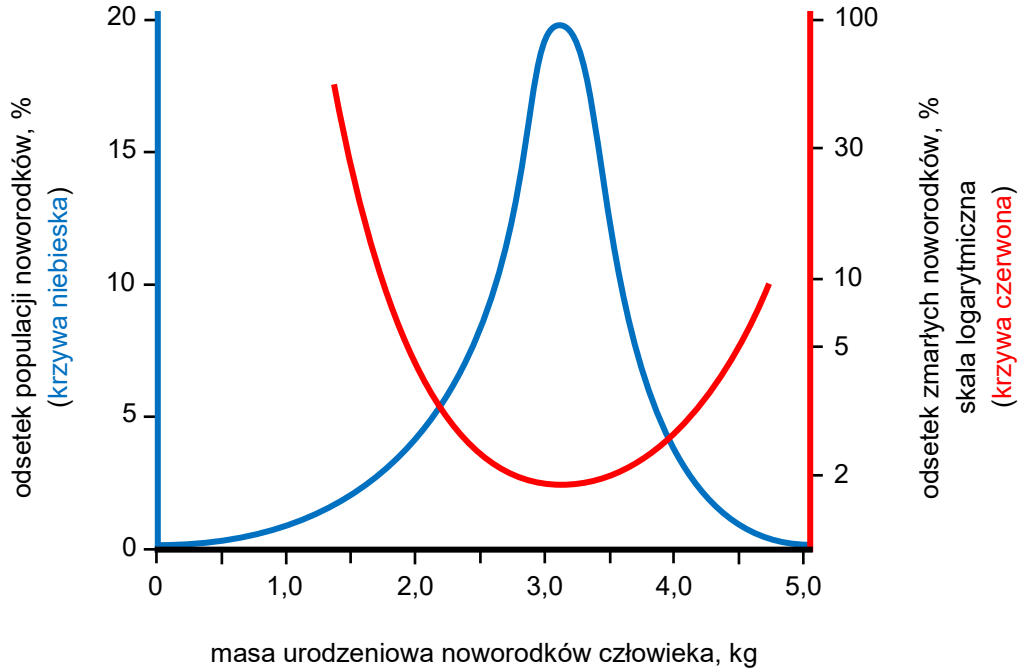
Uzasadnienie: .....

.....

.....

Zadanie 17. (0–1)

Na poniższym wykresie przedstawiono rozkład masy urodzeniowej noworodków człowieka oraz zależność ich umieralności od masy urodzeniowej.



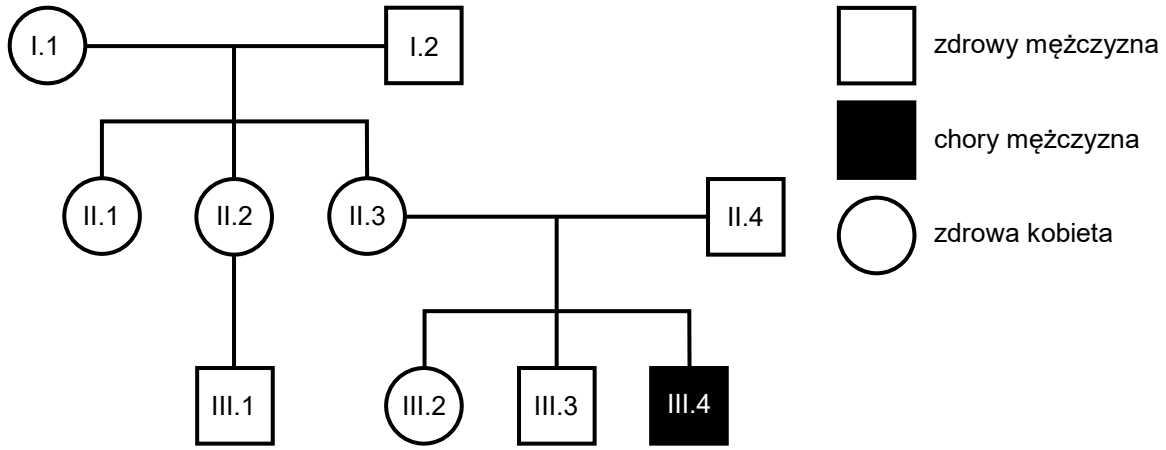
Na podstawie: E.P. Solomon i in., *Biologia*, Warszawa 2014.

Uzupełnij poniższe zdania tak, aby w poprawny sposób opisywały ewolucję masy urodzeniowej noworodków człowieka. W każdym nawiasie podkreśl właściwe określenie.

Rozkład masy urodzeniowej noworodków człowieka, przedstawiony na wykresie, jest kształtowany przez dobór naturalny (*stabilizujący / kierunkowy*). Ten rodzaj doboru faworyzuje noworodki o masie zbliżonej do (*przeciętnych / skrajnych*) wartości ich masy urodzeniowej.

Zadanie 18.

Mukopolisacharydoza typu II (MPS II) to rzadka genetyczna choroba metaboliczna. Ta choroba jest dziedziczona w sposób recesywny, sprzężony z płcią. Przyczyną MPS II jest niedobór aktywności sulfatazy-L-iduronianu, jednego z enzymów lizosomalnych. Prowadzi to do zaburzenia rozkładu mukopolisacharydów i do gromadzenia się nierozłożonych substratów, czego konsekwencją stają się patologiczne zmiany w obrębie komórek i tkanek. Choroba ma charakter postępujący i znacznie skraca długość życia. Na MPS II chorują prawie wyłącznie chłopcy. Na poniższym rodowodzie przedstawiono historię rodziny, w której zdiagnozowano MPS II.



Osoby chore na MPS II mogą być leczone za pomocą idursulfazy, która jest otrzymywana z hodowli genetycznie zmodyfikowanych komórek ludzkich. Idursulfaza jest substytutem naturalnego enzymu. Terapia polega na dożylnym podawaniu pacjentom idursulfazy, co prowadzi do spowolnienia rozwoju choroby i do złagodzenia jej objawów.

Na podstawie: G.N. Wilson, *Hunter Syndrome (Mucopolysaccharidosis II): Diagnosis, Genetic Testing, Treatment, and Referral*, „Consultant 360. Multidisciplinary Medical Information Network" 14(5), 2015 (consultant360.com); M. Rachtan, *Program The Hunters* […], „Puls Medycyny", 2020 (pulsmedycyny.pl).

Zadanie 18.1. (0–1)

Podaj oznaczenia wszystkich osób przedstawionych na powyższym rodowodzie, które są na pewno bezobjawowymi nosicielami genu warunkującego MPS II. Przyjmij założenie, że mutacje są tylko dziedziczone i nie powstają *de novo*.

.....

Zadanie 18.2. (0–1)

Uzasadnij, że terapia MPS II za pomocą idursulfazy nie jest terapią genową. W odpowiedzi porównaj terapię genową do terapii idursulfazą.

.....

.....

.....

.....

Zadanie 18.3. (0–1)

Wyjaśnij, dlaczego nie ma mężczyzn będących nosicielami MPS II, mimo że allel warunkujący MPS II jest allelem recesywnym.

.....

.....

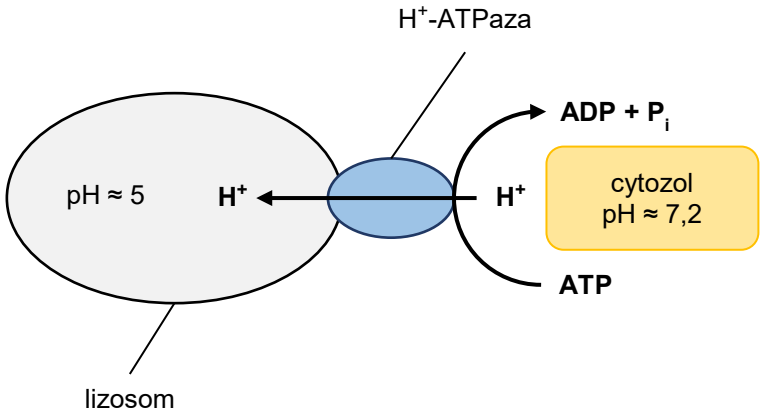
.....

.....

.....

Zadanie 18.4. (0–1)

Lizosomy to organella, w których znajduje się około 50 różnych enzymów – kwaśnych hydrolaz. Optimum działania tych enzymów jest przy pH 5. Lizosomy są otoczone pojedynczą błoną, w której znajduje się pompa protonowa (H^+-ATPaza). Na poniższym schemacie zilustrowano działanie H^+-ATPazy.



Na podstawie: M. Maćkowiak i A. Michalak (red.), *Biologia. Jedność i różnorodność*, Warszawa 2008.

Wykaż, że prawidłowe funkcjonowanie enzymów lizosomalnych wymaga działania pompy protonowej (H^+-ATPazy) w błonie lizosomu.

.....

.....

.....

.....

Zadanie 19.

U owczarków australijskich występują dwie główne barwy sierści:

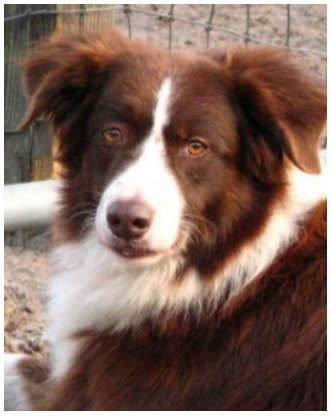
- czarna – warunkowana przez dominujący allel ***B***
- czekoladowa – warunkowana przez recesywny allel ***b***.

Dodatkowo u owczarków australijskich może:

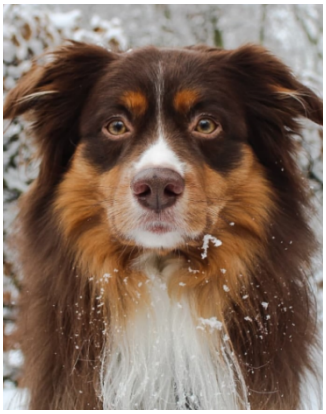
- występować marmurkowanie, polegające na obecności cętkowanych łat na jednolitym tle – warunkowane przez dominujący allel ***M*** albo występować umaszczenie jednolite – warunkowane przez recesywny allel ***m***
- występować podpalanie, czyli obecność w niektórych miejscach wstawek rudobrunatnej sierści – warunkowane przez dominujący allel ***A*** albo nie występować podpalanie – co jest warunkowane recesywnym allelem ***a***.

Loci trzech genów warunkujących umaszczenie leżą na trzech różnych autosomach.

Na poniższych zdjęciach A–F przedstawiono sześć przykładowych umaszczeń owczarków australijskich.



A. czekoladowe jednolite bez podpaleń



B. czekoladowe jednolite z podpaleniami



C. czekoladowe marmurkowe z podpaleniami



D. czarne marmurkowe bez podpaleń



E. czarne jednolite z podpaleniami



F. czarne marmurkowe z podpaleniami

Na podstawie: Australian Shepherd Health & Genetics Institute, *Canine Coat Color Genetics*, 2024.
Fotografie: A. – M. King; B. – R. Esmati; C. – Naivashu; D. – thehappypuppysite.com; E. – Kelebdil. Hodowla psów rasowych FCI (kelebdil.weebly.com); F. – S. Crowder.

Zadanie 19.1. (0–2)

Na podstawie przedstawionych informacji oceń, czy poniższe stwierdzenia dotyczące dziedziczenia umaszczenia u owczarków australijskich są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Para psów: heterozygotyczna samica i heterozygotyczny samiec w *locus* genu ***A***, może mieć szczenięta bez podpaleń.	**P**	**F**
2.	Wszystkie szczenięta czekoladowej samicy i czekoladowego samca będą miały umaszczenie czekoladowe.	**P**	**F**
3.	Występowanie podpaleń jest cechą niezależną od występowania marmurkowania.	**P**	**F**

Zadanie 19.2. (0–3)

Skrzyżowano parę owczarków australijskich – czekoladową marmurkową samicę z czarnym jednolitym samcem. Każdy z owczarków był heterozygotą w jednym z dwóch *loci* warunkujących wygląd sierści: ***B*** albo ***M***.

Podaj genotypy osobników rodzicielskich z uwzględnieniem genów *B* oraz *M*. Wykonaj krzyżówkę genetyczną i na jej podstawie określ prawdopodobieństwo, że urodzone szczenię będzie czekoladowe marmurkowe. Zastosuj oznaczenia alleli podane we wprowadzeniu do zadania.

Genotyp samicy: ..... Genotyp samca: .....

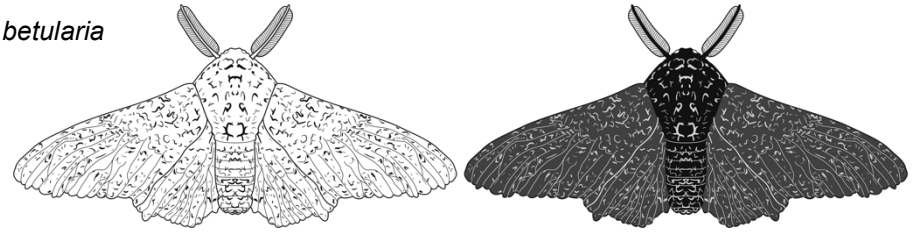
Krzyżówka genetyczna:

Prawdopodobieństwo, że szczenię będzie czekoladowe marmurkowe: ..... %

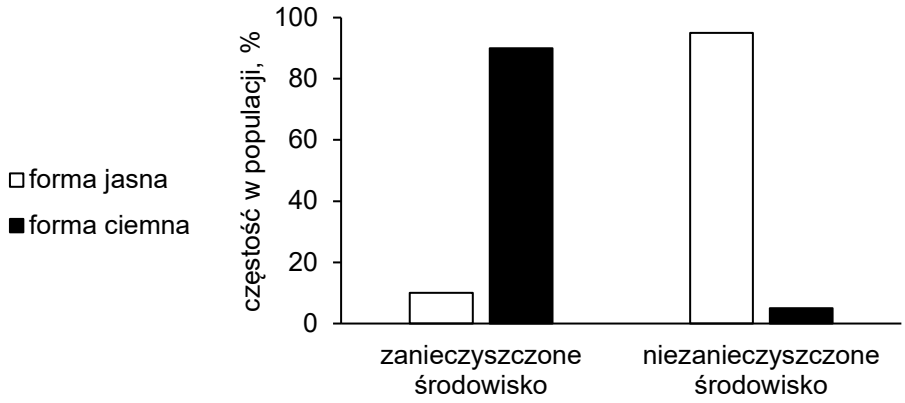
Zadanie 20.

Krępak nabrzozak (*Biston betularia*) to ćma występująca na pniach drzew, która ma dwie naturalne formy – jasną i ciemną, występujące w środowisku jeszcze przed rewolucją przemysłową. W Anglii na przełomie XIX i XX wieku zauważono, że populacje krępaka nabrzozaka różnią się ubarwieniem w zależności od stopnia zanieczyszczenia środowiska. Na poniższych wykresach przedstawiono wyniki obserwacji obejmujących różne formy ciem, przeprowadzonych w zanieczyszczonym środowisku i w niezanieczyszczonym środowisku.

Biston betularia



forma jasna forma ciemna



Sformułowano hipotezę, że różnice w ubarwieniu są związane z kamuflażem. Forma, która była bardziej widoczna na tle kory drzew, częściej padała ofiarą drapieżników.

W wyniku rewolucji przemysłowej środowisko w wielu miejskich rejonach Wielkiej Brytanii i wokół nich zostało zanieczyszczone dwutlenkiem siarki, co doprowadziło do wymarcia jasno zabarwionych nadrzewnych mchów i porostów.

Na podstawie: C.J. Clegg, *Biology for the IB Diploma*, Londyn 2014.

Zadanie 20.1. (0–1)

Oceń, czy poniższe stwierdzenia dotyczące przeprowadzonych obserwacji są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	W zanieczyszczonym środowisku dominuje populacja ciemna, a w niezanieczyszczonym – jasna.	**P**	**F**
2.	Pojawienie się mutacji powodującej ciemną barwę wynikało z zanieczyszczenia środowiska.	**P**	**F**

Zadanie 20.2. (0–1)

Uzasadnij, że opisana obserwacja jest dowodem na działanie doboru naturalnego, a nie – doboru sztucznego.

.....

.....

.....

.....

Zadanie 20.3. (0–2)

Opisz doświadczenie pozwalające na weryfikację hipotezy, że w zanieczyszczonym środowisku jasne owady częściej padają ofiarami drapieżników niż owady ciemne. W rozwiązaniu uwzględnij plan badania oraz sposób weryfikacji hipotezy.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Zadanie 21.

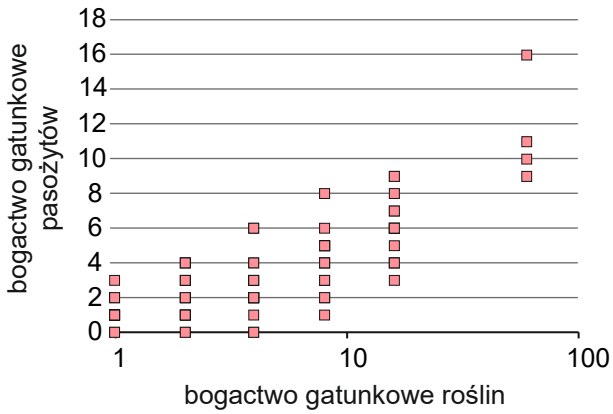
Efekt rozcieńczenia to hipoteza zakładająca, że w środowiskach o większej różnorodności gatunkowej jest mniejsza częstość występowania chorób pasożytniczych.

Aby przetestować hipotezę o efekcie rozcieńczenia, przeprowadzono następujące doświadczenie. Przygotowano 82 poletka, na których uprawiano rośliny łąkowe w różnych kombinacjach gatunków, a następnie zmierzono częstość infekcji roślin wybranymi grzybami pasożytniczymi.

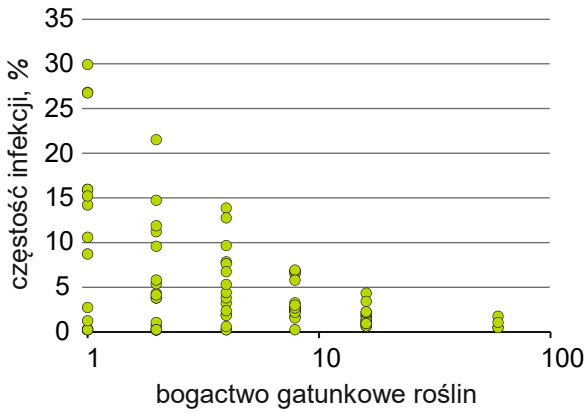
Na poniższych wykresach przedstawiono wyniki badań dotyczące zależności między:

- wykres A – bogactwem gatunkowym roślin gospodarzy a bogactwem gatunkowym pasożytów grzybowych
- wykres B – bogactwem gatunkowym roślin gospodarzy a częstością infekcji grzybowych.

A



B



Na podstawie: F. Keesing i R.S. Ostfeld, *Is Biodiversity Good for Your Health?*, „Science” 349(6245), 2015; T. Rottstock i in., *Higher Plant Diversity* […], „Ecology” 95(7), 2014.

Zadanie 21.1. (0–1)

Rozstrzygnij, czy przedstawione wyniki badań są zgodne z hipotezą o efekcie rozcieńczenia. Odpowiedź uzasadnij.

Rozstrzygnięcie: .....

Uzasadnienie: .....

.....

.....

Zadanie 21.2. (0–1)

Na podstawie przedstawionych wyników badań sformułuj zależność między bogactwem gatunkowym roślin a bogactwem gatunkowym grzybów pasożytniczych.

.....

.....

.....

.....

Zadanie 22.

Koliberki rubinobrode (*Archilochus colubris*) to maleńkie, wędrowne ptaki, występujące w Ameryce Północnej i w Ameryce Środkowej. Te ptaki mają od 7,5 cm do 9,0 cm długości i ważą od 3 g do 4 g. Koliberki migrują między terenami lęgowymi i zimowiskami, co wymaga pokonania nawet 1 600 km w obie strony każdego roku. Energię do tych lotów dostarczają im kwasy tłuszczowe pochodzące ze zmagazynowanych triacylogliceroli.

Przed migracją kolibry często podwajają masę ciała. Głównymi źródłami pożywienia kolibrów są nektar kwiatowy, np. orlika kanadyjskiego lub milinu amerykańskiego, oraz małe owady, np. komary i wywilżny. Podczas wysysania nektaru z kwiatów ptaki unoszą się w powietrzu obok rośliny. Owady łapią w locie. Każdego dnia spożywają pokarm o masie dwa razy większej od masy swojego ciała. Dorosłe koliberki rubinobrode są często atakowane przez drapieżniki, takie jak dzierzby, krogulce lub koty domowe.

Na poniższej fotografii przedstawiono samca koliberka rubinobrodego w locie.



Na podstawie: K. Kirschbaum i in., Archilochus colubris w: *Animal Diveristy Web* (animaldiversity.org).
Fotografia: K. Ross.

Zadanie 22.1. (0–1)

Na podstawie przedstawionych informacji zapisz fragment sieci pokarmowej, w której są ze sobą powiązane wszystkie podane poniżej organizmy.

koliberek rubinobrody
milin amerykański
kot domowy
wywilżna karłowata
orlik kanadyjski

Zadanie 22.2. (0–2)

Uzasadnij, że gromadzenie zapasów energetycznych w postaci trójglicerydów pozwala na ograniczenie wzrostu masy ciała w porównaniu z gromadzeniem glikogenu. Podaj dwa argumenty.

1. .....

.....

.....

2. .....

.....

.....

BRUDNOPIS *(nie podlega ocenie)*

BIOLOGIA

Poziom rozszerzony

Formuła 2023

BIOLOGIA

Poziom rozszerzony

Formuła 2023

BIOLOGIA

Poziom rozszerzony

Formuła 2023