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 **E-100**.
Jeżeli tak – przyklej naklejkę.
Jeżeli nie – zgłoś to nauczycielowi.

Egzamin maturalny ***Formuła 2015***

BIOLOGIA

Poziom rozszerzony

Symbol arkusza
EBIP-R0-**100**-2306

DATA: **6 czerwca 2023 r.**

GODZINA ROZPOCZĘCIA: **9:00**

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 32 strony (zadania 1–20). 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. Nie wpisuj żadnych znaków w części przeznaczonej dla egzaminatora.
7. Pamiętaj, że zapisy w brudnopisie nie będą oceniane.
8. Możesz korzystać z *Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki*, linijki oraz kalkulatora prostego. Upewnij się, czy przekazano Ci broszurę z okładką taką jak widoczna poniżej.



Zadania egzaminacyjne są wydrukowane na następnych stronach.

Zadanie 1.

RuBisCO, czyli karboksylaza/oksygenaza rybulozo-1,5-bisfosforanowa, jest enzymem katalizującym pierwszy etap cyklu Calvina w fazie ciemnej fotosyntezy. W skład RuBisCO wchodzą dwa rodzaje podjednostek:

- mniejsze – określane jako łańcuchy S – są kodowane przez jądrowy gen *rbcS*
- większe – określane jako łańcuchy L – są kodowane przez chloroplastowy gen *rbcL* i tworzą centra katalityczne enzymu.

Nowo powstałe łańcuchy S są transportowane do stromy chloroplastów w celu połączenia z łańcuchami L. W pełni funkcjonalny kompleks białkowy RuBisCO składa się z czterech dimerów podjednostek L i czterech dimerów podjednostek S.

Na podstawie: biotechnologia.pl

Zadanie 1.1. (0–2)

Na podstawie przedstawionych informacji oceń, czy poniższe stwierdzenia dotyczące RuBisCO są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	W pełni funkcjonalny kompleks białkowy RuBisCO składa się z 8 łańcuchów polipeptydowych.	**P**	**F**
2.	Łańcuchy L enzymu RuBisCO są syntezowane w stromie chloroplastu.	**P**	**F**
3.	Jednym z substratów reakcji katalizowanej przez RuBisCO w cyklu Calvina jest rybulozo-1,5-bisfosforan.	**P**	**F**

Zadanie 1.2. (0–1)

Na przykładzie budowy RuBisCO wykaż, że chloroplasty są organellami półautonomicznymi.

.....

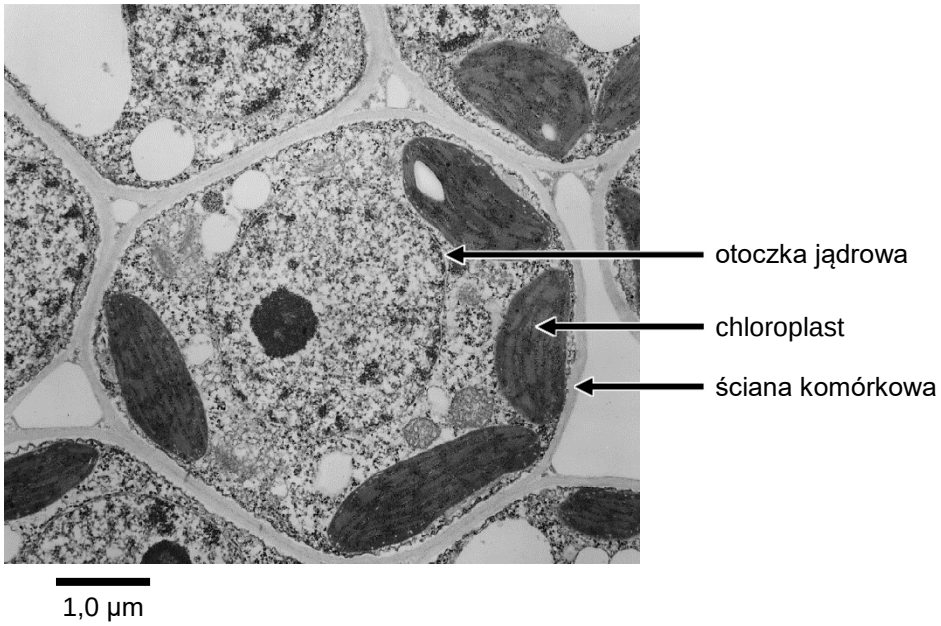
.....

.....

.....

Zadanie 2.

Na poniższym zdjęciu wykonanym za pomocą transmisyjnego mikroskopu elektronowego (TEM) przedstawiono przekrój poprzeczny przez fragment jednorodnej tkanki roślinnej.



Na podstawie: www.cas.miamioh.edu

Zadanie 2.1. (0–1)

Na powyższym zdjęciu zaznacz strzałką jeden z widocznych przestworów międzykomórkowych.

Zadanie 2.2. (0–1)

Określ, czy widoczne na powyższym zdjęciu komórki są komórkami miękiszu asymilacyjnego, czy – dojrzałymi członami rurek sitowych. Odpowiedź uzasadnij, porównując budowę obu typów komórek.

.....

.....

.....

.....

Zadanie 3.

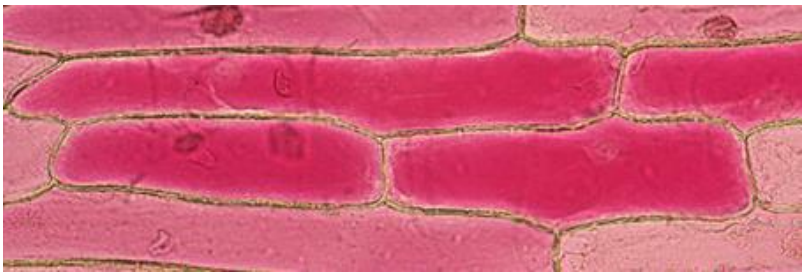
Przeprowadzono obserwację zjawiska plazmolizy w komórkach roślinnych. Do obserwacji mikroskopowej przygotowano następujące materiały:

- świeżą czerwoną cebulę – wykorzystano zewnętrzną skórkę liścia spichrzowego cebuli, która zawiera barwnik w dużej ilości
- szkiełka mikroskopowe: podstawowe i nakrywkowe
- wodę wodociągową
- nasycony roztwór NaCl
- pipetę
- skalpel.

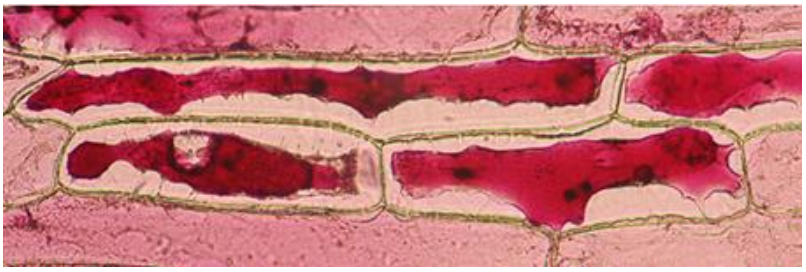
Obserwację przeprowadzono w dwóch etapach.

- Etap 1. – wykonano przyżyciowy preparat mikroskopowy ze skórki liścia spichrzowego cebuli i przeprowadzono obserwację mikroskopową tego preparatu (fotografia 1.).
- Etap 2. – w celu zaobserwowania zjawiska plazmolizy do tego preparatu dodano nasycony roztwór NaCl i ponownie przeprowadzono obserwację mikroskopową preparatu (fotografia 2.).

Fotografia 1.



Fotografia 2.



Na podstawie: www.microbehunter.com

Zadanie 3.1. (0–1)

Opisz, w jaki sposób należy przygotować preparat mikroskopowy przedstawiony na fotografii 1. W opisie uwzględnij materiały wybrane spośród wymienionych we wprowadzeniu do zadania.

.....

.....

.....

.....

.....

Zadanie 3.2. (0–2)

Opisz zaobserwowane zmiany w wyglądzie komórek przedstawionych na fotografiach 1. i 2. Wyjaśnij mechanizm prowadzący do zmian zaobserwowanych w tym doświadczeniu.

Opis zmian wyglądu komórek: .....

.....

.....

Wyjaśnienie zaobserwowanych zmian: .....

.....

.....

.....

.....

Zadanie 3.3. (0–1)

Określ, w jaki sposób można odwrócić zmiany w wyglądzie komórek przedstawionych na fotografii 2., aby przypominał on wygląd komórek przedstawionych na fotografii 1.

.....

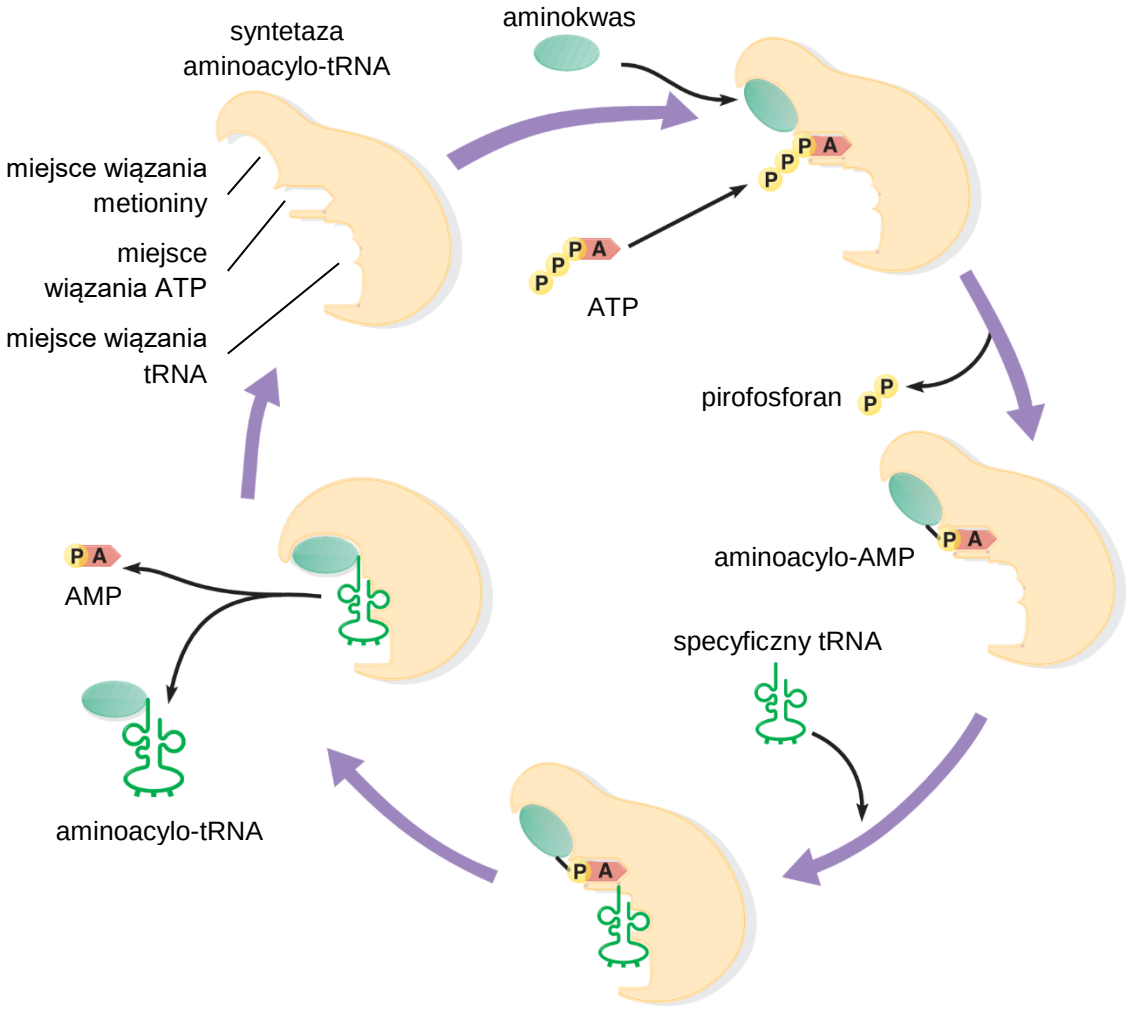
.....

.....

Zadanie 4.

Cząsteczki tRNA transportują w trakcie translacji odpowiednie aminokwasy na rybosomy. Przyłączenie aminokwasu do właściwego tRNA – reakcja aminoacylacji tRNA – odbywa się zasadniczo w dwóch etapach: aktywacji aminokwasu oraz powstania aminoacylo-tRNA.

Na poniższym rysunku przedstawiono sposób działania enzymu katalizującego te reakcje – syntetazy aminoacylo-tRNA.



Na podstawie: P.J. Russell, *iGenetics. A Molecular Approach*, San Francisco 2010.

Zadanie 4.1. (0–2)

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

1.	Aby doszło do reakcji aminoacylacji tRNA, konieczna jest hydroliza ATP.	**P**	**F**
2.	Specyficzny tRNA z określonym antykodonem może transportować różne aminokwasy.	**P**	**F**
3.	Przyłączenie specyficznej cząsteczki tRNA do syntetazy aminoacylo--tRNA wymaga odłączenia od ATP trzech reszt kwasu ortofosforowego.	**P**	**F**

Zadanie 4.2. (0–1)

Podaj sekwencję nukleotydową antykodonu cząsteczki tRNA transportującej metioninę. Sekwencję zapisz od końca 5′ do końca 3′.

.....

Zadanie 5. (0–2)

Jedną z metod badań nad przebiegiem cyklu komórkowego zachodzącego w komórkach somatycznych ssaków jest stosowanie inhibitorów cyklu komórkowego. Dzięki temu jest możliwe zatrzymanie cyklu komórkowego w określonym miejscu, np. przy przejściu z fazy G1 w fazę S. W ten sposób można określić, w której fazie cyklu komórkowego odbywają się poszczególne procesy.

Powszechnie stosuje się inhibitory:

- replikacji DNA, np. metotreksat
- polimeryzacji mikrotubul, np. kolchicynę
- polimeryzacji filamentów aktynowych, np. cytochalazynę B.

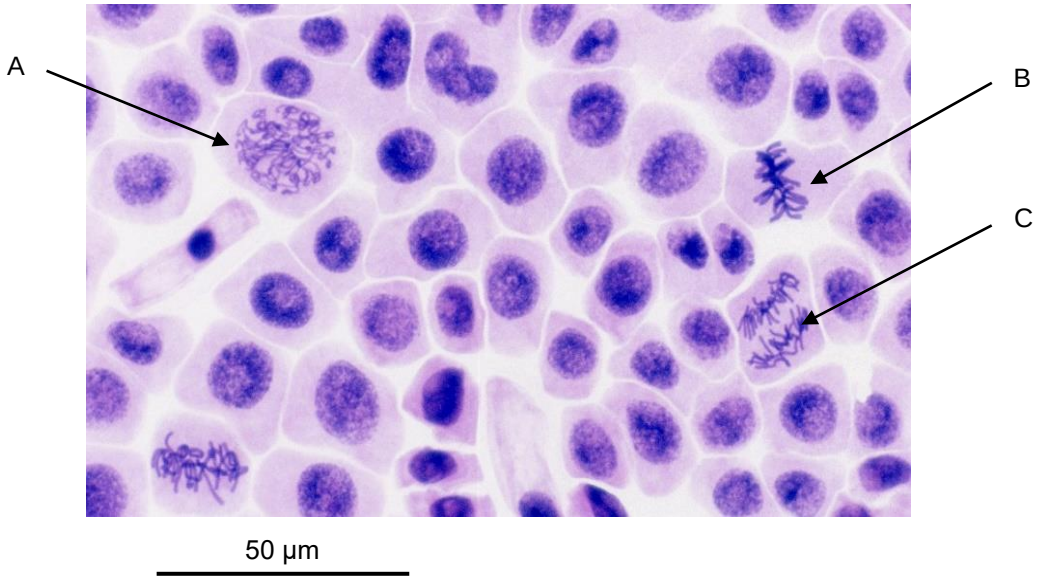
Na podstawie: B. Alberts, *Podstawy biologii komórki*, Warszawa 2009.

Oceń, czy poniższe stwierdzenia dotyczące działania inhibitorów cyklu komórkowego na komórki ssaków są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Jeżeli do hodowli tkankowej doda się metotreksat, to cykl komórkowy zatrzymuje się w fazie M.	**P**	**F**
2.	Kolchicyna zatrzymuje kariokinezę poprzez zahamowanie tworzenia wrzeciona kariokinetycznego.	**P**	**F**
3.	Jeżeli komórka będąca w fazie S zostanie poddana działaniu cytochalazyny B, to ta komórka nie zdoła podwoić ilości DNA w fazie S.	**P**	**F**

Zadanie 6.

W celu zaobserwowania podziałów mitotycznych wykonano preparat mikroskopowy z wierzchołka wzrostu korzenia cebuli. Aby uzyskać pojedynczą warstwę komórek, zgnieciono stożek wzrostu na szkiełku mikroskopowym. Na poniższej mikrofotografii przedstawiono gotowy preparat z chromatyną wybarwioną odpowiednim barwnikiem na kolor niebieskofioletowy.



Źródło fotografii: Wikimedia Commons.

Zadanie 6.1. (0–1)

Podaj <u>pełną nazwę</u> tkanki roślinnej, której komórki przedstawiono na mikrofotografii.

.....

Zadanie 6.2. (0–2)

Do każdej z komórek wskazanych na mikrofotografii (A–C) przyporządkuj – wybraną spośród podanych – właściwą nazwę etapu mitozy, w którym ta komórka się znajduje.

profaza metafaza anafaza telofaza

A. ..... B. ..... C. .....

Zadanie 7.

Terapia fagowa to eksperymentalna metoda leczenia chorób bakteryjnych polegająca na wprowadzeniu do organizmu pacjenta bakteriofagów. Terapia fagowa jest stosowana w przypadku nieskutecznego leczenia infekcji bakteryjnych antybiotykami.

Bakteriofagi to wirusy, które infekują wyłącznie komórki bakteryjne. W terapii fagowej stosuje się bakteriofagi, które po wniknięciu do komórki namnażają się i doprowadzają do jej zniszczenia. Namnożone wiriony opuszczają uszkodzoną komórkę i infekują kolejne komórki. W terapii fagowej stosuje się wyselekcjonowane szczepy bakteriofagów, które wnikają wyłącznie do określonych szczepów bakterii.

Trudnością w prowadzeniu terapii fagowej jest stosunkowo szybkie nabywanie oporności bakterii na stosowane szczepy bakteriofagów. Kolejnym problemem jest potencjalna odpowiedź układu immunologicznego pacjenta przeciwko antygenom bakteriofagowym, prowadząca do neutralizacji bakteriofagów.

Na podstawie: D.M. Lin i in., *Phage Therapy: An Alternative to Antibiotics in the Age of Multi-drug Resistance*, „World Journal of Gastrointestinal Pharmacology and Therapeutics" 8(3), 2017; hirszfeld.pl

Zadanie 7.1. (0–2)

Uzupełnij poniższe zdania tak, aby zawierały informacje prawdziwe. W każdym nawiasie podkreśl właściwe określenie.

W terapii fagowej stosuje się bakteriofagi przeprowadzające cykl (*lityczny* / *lizogeniczny*). Terapia fagowa ma (*niższą* / *wyższą*) specyficzność w porównaniu do większości terapii antybiotykowych. Białka zawarte w kapsydzie bakteriofagów mogą wywołać odpowiedź (*komórkową* / *humoralną*) ze strony układu odpornościowego pacjenta.

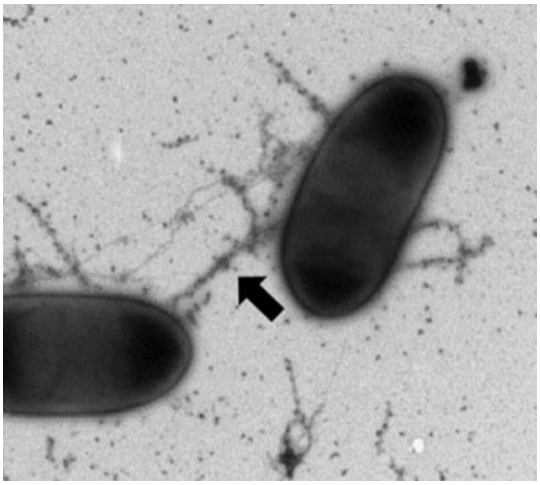
Zadanie 7.2. (0–1)

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

1.	Bakteriofagi są potencjalnym zagrożeniem dla pacjenta, ponieważ zakażają komórki eukariotyczne.	**P**	**F**
2.	Terapia fagowa prowadzi do selekcji szczepów bakterii opornych na antybiotyki.	**P**	**F**

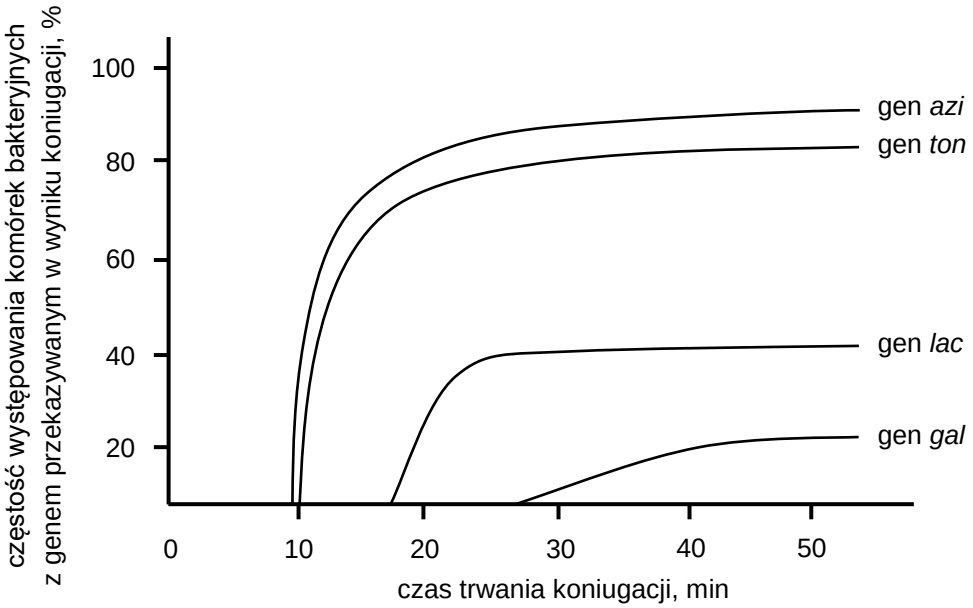
Zadanie 8.

Na poniższym zdjęciu przedstawiono koniugację bakterii, polegającą na jednokierunkowym transferze materiału genetycznego (plazmidowego DNA) z jednej komórki bakteryjnej (dawcy) do drugiej komórki bakteryjnej (biorcy). Na zdjęciu zaznaczono strzałką połączenie pomiędzy dwoma komórkami bakteryjnymi.



DNA plazmidowy jest rzadko przekazywany w całości, ponieważ koniugacja naturalnie jest przerywana w losowym momencie. Dodatkowo w warunkach laboratoryjnych koniugację bakterii można przerwać przez intensywne wstrząsanie zawartości probówki z hodowlą bakteryjną, co jednocześnie zapobiega powstawaniu nowych par koniugacyjnych.

W celu określenia kolejności przekazywania czterech genów podczas koniugacji przeprowadzono doświadczenie polegające na przerwaniu koniugacji w określonych odstępach czasu. Na poniższym wykresie przedstawiono wyniki doświadczenia.



Na podstawie: M. Hüttener i in., *Roles of Proteins Containing Immunoglobulin-Like Domains in the Conjugation of Bacterial Plasmids*, „mSphere" 7(1), 2022;
S. Srivastava, *Genetics of Bacteria*, Nowe Delhi 2013.

Zadanie 8.1. (0–2)

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

1.	Spośród badanych genów jako pierwszy jest przekazywany gen *azi*.	**P**	**F**
2.	Gen *ton* jest przekazywany po genie *azi*, ale przed genem *lac*.	**P**	**F**
3.	Gdy przerwano koniugację po 20 minutach, nie było wśród komórek będących biorcami takich komórek, które otrzymały gen *gal*.	**P**	**F**

Zadanie 8.2. (0–1)

Wyjaśnij, dlaczego intensywne wstrząsanie zawartością probówki prowadzi do przerwania przekazywania materiału genetycznego między bakteriami. W odpowiedzi odnieś się do mechanizmu koniugacji.

.....

.....

.....

.....

.....

Zadanie 9.

Kotewka orzech wodny (*Trapa natans*) to jednoroczna roślina wodna. Podwodna łodyga zawiera kanały powietrzne. Jest wiotka i cienka, zgrubiała tylko w górnej części, przy powierzchni wody. Kotewka ma dwa rodzaje liści:

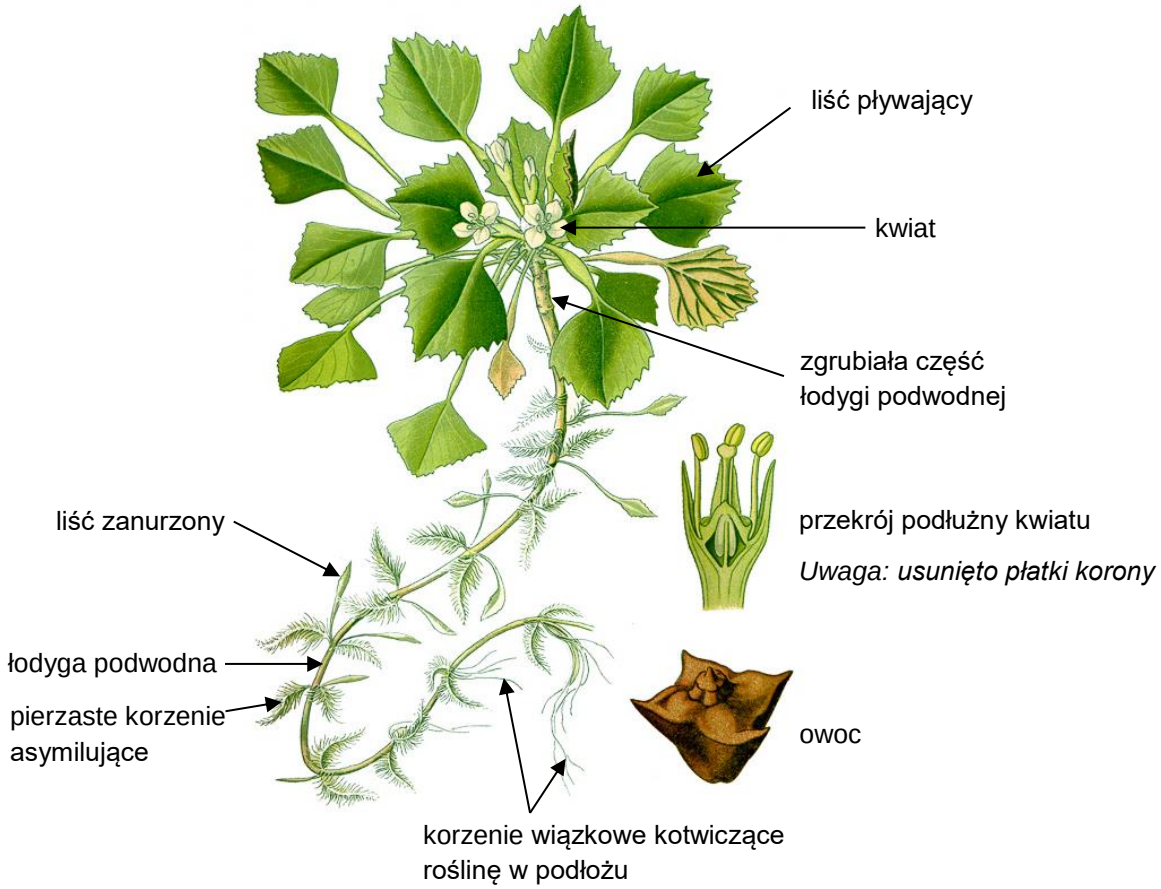
- pływające – o kształcie romboidalnym, z aparatami szparkowymi obecnymi wyłącznie w skórce górnej i z rozdętymi ogonkami, w których występują komory powietrzne, zebrane w gęste, pływające rozety (o średnicy 15–55 cm)
- zanurzone – niewielkie, niepodzielone na blaszkę liściową i ogonek, szybko obumierające.

Korzenie kotewki wyrastają na całej długości pędu. Część korzeni kotwiczy roślinę w podłożu, a część – pełni funkcję asymilacyjną.

Pojedyncze białe kwiaty rozwijają się na wzniesionych ponad wodę szypułkach. Kielich ma cztery sztywne, lancetowate działki. Korona składa się z czterech białych płatków. Owocem jest orzech.

W przypadku silnego wzrostu kotewki jej gęsta pokrywa rozet liściowych może składać się nawet z trzech warstw liści. Masowo występująca kotewka ogranicza lub eliminuje inne gatunki zanurzonych i pływających roślin wodnych. Spadki zawartości tlenu w zbiornikach z bujnie rosnącą kotewką mogą powodować śnięcie ryb i migrację drobnych ryb ze strefy przybrzeżnej na głębsze wody.

W Polsce kotewka jest rośliną rzadką, objętą ochroną gatunkową, ale w Ameryce Północnej jest gatunkiem inwazyjnym, silnie oddziałującym na lokalną florę i faunę.



Na podstawie: atlas.roslin.pl; nyis.info; siedliska.gios.gov.pl; Źródło ilustracji: Wikimedia Commons.

Zadanie 9.1. (0–2)

Na podstawie przedstawionych informacji podaj po jednym przykładzie charakterystycznej cechy kotewki orzecha wodnego, na podstawie której można ją zaklasyfikować do roślin:

1. okrytonasiennych – .....

2. dwuliściennych – .....

Zadanie 9.2. (0–2)

Wypisz z tekstu dwie cechy budowy anatomicznej liścia pływającego kotewki stanowiące przystosowanie do życia w środowisku wodnym i podaj, na czym polega każde z tych przystosowań.

1. .....

.....

.....

2. .....

.....

.....

Zadanie 9.3. (0–1)

Wyjaśnij, dlaczego masowy rozwój kotewki orzecha wodnego w zbiorniku wodnym może być przyczyną spadku zawartości tlenu w wodzie.

.....

.....

.....

.....

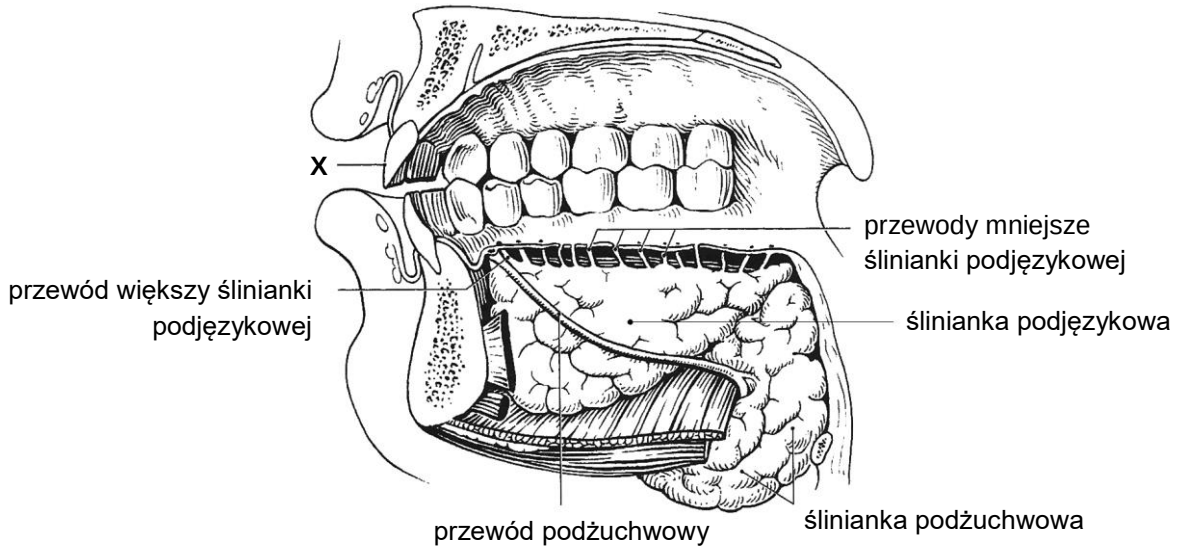
.....

Zadanie 10.

Na rysunku przedstawiono widok jamy ustnej człowieka od strony przyśrodkowej, uwzględniający ślinianke podjęzykową, ślinianke podżuchwową oraz ich przewody odprowadzające:

- przewód podżuchwowy
- przewód większy ślinianki podjęzykowej
- przewody mniejsze ślinianki podjęzykowej.

Uwaga: na rysunku nie przedstawiono języka.



Na podstawie: W. Dauber, *Ilustrowana anatomia człowieka Feneisa*, Warszawa 2010; J. Sokołowska-Pituchowa (red.), *Anatomia człowieka*, Warszawa 2020.

Zadanie 10.1. (0–1)

Określ, czy ślinianki podjęzykowa i podżuchwowa są gruczołami wydzielania wewnętrznego, czy – wydzielania zewnętrznego. Odpowiedź uzasadnij, odnosząc się do informacji przedstawionych na rysunku.

.....

.....

.....

.....

Zadanie 10.2. (0–1)

Który rodzaj zęba oznaczono na schemacie literą X? Zaznacz odpowiedź spośród podanych.

A. siekacz

B. kieł

C. przedtrzonowiec

D. trzonowiec

Zadanie 10.3. (0–1)

Wykaż związek między budową jamy ustnej a trawieniem w niej skrobi.

.....

.....

.....

.....

Zadanie 10.4. (0–1)

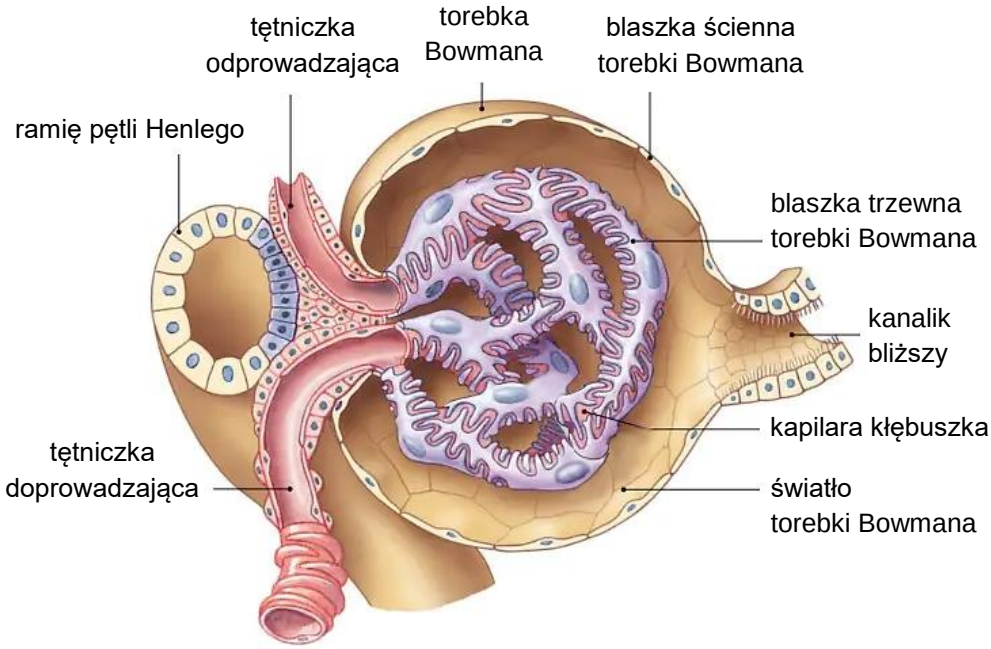
Spośród podanych produktów spożywczych wybierz i zaznacz wszystkie produkty zawierające skrobię.

mięso wieprzowe kasza jęczmienna suszone borowiki

marynowana cebula masło

Zadanie 11.

Podstawową jednostką funkcjonalno-strukturalną nerki jest nefron. W początkowej części nefronu znajduje się ciałko nerkowe, zbudowane z kłębuszka nerkowego oraz otaczającej go torebki Bowmana. Śródbłonek kapilar kłębuszka jest zespolony z nabłonkiem blaszki trzewnej torebki Bowmana, co sprawia, że płyn przefiltrowany przez kapilary kłębuszka przepływa bezpośrednio do światła torebki Bowmana, a następnie – do kanalika bliższego nefronu.



Część osocza krwi przepływającej przez naczynia włosowate kłębuszków nerkowych ulega przefiltrowaniu do światła torebki Bowmana. Związki przefiltrowane do przesączu kłębuszkowego przepływają następnie przez kanaliki nerkowe, gdzie dochodzi do wchłaniania zwrotnego.

W tabeli przedstawiono zawartość wybranych związków w przesączu kłębuszkowym oraz ilości tych związków ulegające wchłanianiu zwrotnemu u zdrowego człowieka.

Nazwa związku	**Zawartość w przesączu kłębuszkowym, g/doba**	**Ilość ulegająca wchłanianiu zwrotnemu, g/doba**	**Ilość pozostająca w moczu, g/doba**
glukoza	180	180	0
jony sodu	588	584	4

Na podstawie: J.E. Hall, *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology*, Filadelfia 2016; D.U. Silverthon, *Fizjologia człowieka. Zintegrowane podejście*, Warszawa 2021.

Zadanie 11.1. (0–2)

Oceń, czy poniższe stwierdzenia dotyczące procesów zachodzących w nefronie <u>zdrowego człowieka</u> są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Budowa ciałka nerkowego uniemożliwia przemieszczanie się elementów morfotycznych krwi do światła kanalika nerkowego.	**P**	**F**
2.	Podczas filtracji kłębuszkowej większość białek osocza przemieszcza się do światła kanalika nerkowego.	**P**	**F**
3.	Zmiany średnicy tętniczki doprowadzającej pozwalają na utrzymanie względnie stałego przepływu krwi przez kłębuszek nerkowy mimo zmian ciśnienia krwi w tętnicy nerkowej.	**P**	**F**

Zadanie 11.2. (0–1)

Określ czynniki warunkujące przechodzenie glukozy z osocza krwi do światła torebki Bowmana. W odpowiedzi uwzględnij wielkość cząsteczki glukozy oraz jedną cechę budowy kapilar kłębuszka nerkowego.

.....

.....

.....

.....

Zadanie 11.3. (0–1)

Uzupełnij poniższe zdania tak, aby w poprawny sposób opisywały funkcjonowanie nefronu. W każdym nawiasie podkreśl właściwe określenie.

Wchłanianie zwrotne Na^+ w kanaliku bliższym powoduje, że płyn zewnątrzkomórkowy śródmiąższu nerki staje się (*hipertoniczny / hipotoniczny*) w stosunku do filtratu pozostałego w świetle kanalika. Dzięki temu woda jest (*wydzielana do / wchłaniana z*) kanalika bliższego.

Zadanie 11.4. (0–2)

Każdy z hormonów wymienionych poniżej (1.–4.) przyporządkuj do odpowiedniego składnika moczu, którego wchłanianie zwrotne ze światła kanalika nerkowego jest regulowane przez ten hormon. W wyznaczone miejsca wpisz odpowiednie oznaczenie hormonu (lub hormonów).

1. hormon antydiuretyczny (wazopresyna)
2. parathormon
3. kalcytonina
4. aldosteron

woda: ..... jony sodu: ..... jony wapnia: .....

Zadanie 12.

W trakcie polowania nietoperze emitują i odbierają ultradźwięki o częstotliwości niekiedy przekraczającej 200 kiloherców.

Na podstawie: M.B. Fenton i in., *Signal Strength, Timing, and Self-Deafening: The Evolution of Echolocation in Bats*, „Paleobiology" 21(2), 1995.

Zadanie 12.1. (0–1)

Wykaż, że zdolność nietoperzy do emitowania i odbierania dźwięków o wysokiej częstotliwości jest przystosowaniem do nocnego trybu życia, który prowadzą nietoperze.

.....

.....

.....

.....

Zadanie 12.2. (0–1)

Spośród podanych cech nietoperzy A–E wybierz i zaznacz dwie, które świadczą o przynależności nietoperzy do gromady ssaków.

A. występowanie błon płodowych

B. obecność włosów

C. obecność kręgosłupa

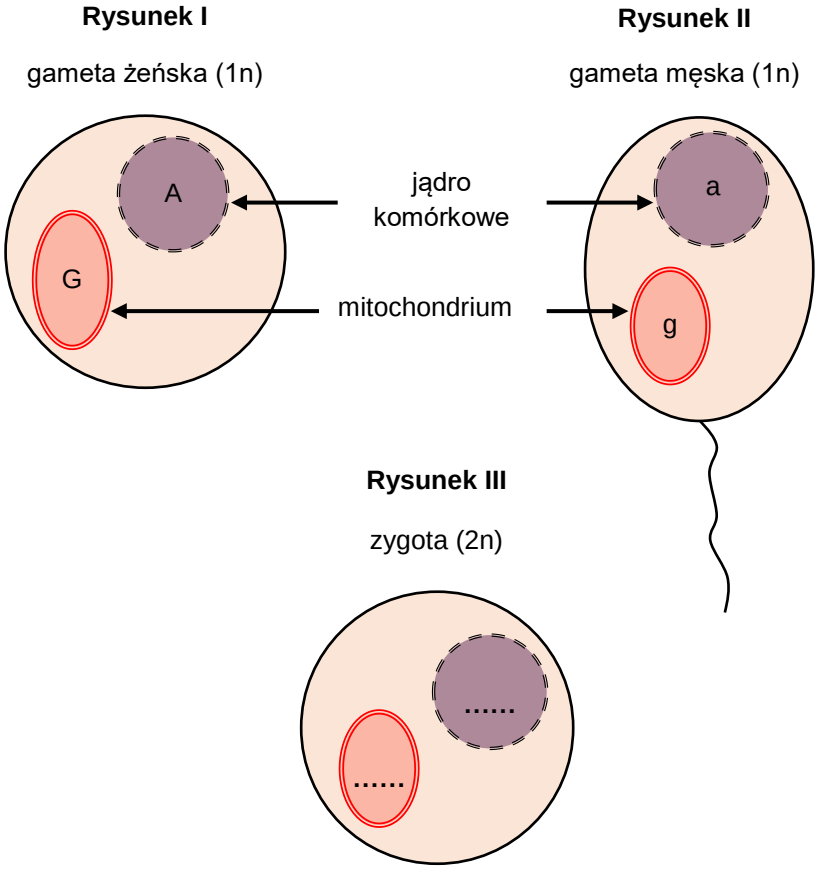
D. stałocieplność

E. karmienie młodych mlekiem matki

Zadanie 13. (0–1)

W komórkach zwierząt DNA znajduje się w jądrze komórkowym oraz w mitochondrium. Dziedziczenie mitochondrialnego DNA określa się jako dziedziczenie pozajądrowe i zachodzi ono według innych reguł niż dziedziczenie DNA jądrowego – dziedziczy się tylko w linii matczynej. Na poniższych rysunkach I i II przedstawiono genotypy dwóch gamet – męskiej i żeńskiej, a na rysunku III – zygotę powstałą w wyniku połączenia się tych gamet.

Podaj genotyp zygoty – w miejsca wyznaczone na rysunku III (……) wpisz w jądrze komórkowym i w mitochondrium odpowiednie oznaczenia alleli.



Zadanie 14.

Krew i jej składniki są substancjami medycznymi pochodzenia ludzkiego. Pod pojęciem krwi pełnej jest rozumiana krew pobrana od zdrowego dawcy, zawierająca wszystkie składniki krwi. Obecnie przetaczanie krwi pełnej w zasadzie nie jest już stosowane, a pacjentom są przetaczane jedynie składniki krwi, których niedobór występuje u danej osoby. Koncentrat krwinek czerwonych (KKCz) zawiera jednak pewną ilość osocza, ponieważ otrzymuje się go z krwi pełnej, a proces usuwania osocza nie ma 100% wydajności.

Przetoczenie krwi jest poprzedzone dwukrotnym oznaczeniem grupy krwi biorcy w układzie ABO oraz próbą zgodności serologicznej, podczas której jest weryfikowana zgodność grup krwi dawcy i biorcy. Do oznaczania przynależności grupowej krwi w układzie ABO służą hemotesty, zawierające aglutyniny anty-A (α) uzyskane z krwi grupy B, aglutyniny anty-B (β) uzyskane z krwi grupy A oraz aglutyniny anty-A (α) i anty-B (β) uzyskane z krwi grupy O. Technika oznaczania grupy krwi polega na dodaniu do surowicy testowej zawiesiny badanych krwinek w soli fizjologicznej oraz na obserwacji, czy zachodzi ich aglutynacja (zlepianie się).

Niebezpieczeństwo powikłań po przetoczeniu krwi jest minimalizowane przez stosowanie do transfuzji krwi grupy jednoimiennej, czyli takiej, jaką ma pacjent. Jeżeli grupa krwi biorcy nie jest znana, a występują bezpośrednie zagrożenie życia chorego i konieczność natychmiastowego przetoczenia, lekarz może podjąć decyzję o podaniu KKCz grupy O.

Grupa krwi w układzie ABO jest warunkowana przez allele kodominujące I^A i I^B oraz allel recesywny i.

Na podstawie: praca zbiorowa, *Wytyczne w zakresie leczenia krwią i jej składnikami oraz produktami krwiopochodnymi w podmiotach leczniczych*, Warszawa 2014; red. T. Brzozowski, *Konturek. Fizjologia człowieka*, Wrocław 2019.

Zadanie 14.1. (0–1)

Podaj grupę krwi układu ABO, której krwinki nie ulegają aglutynacji w żadnej z surowic testowych.

.....

Zadanie 14.2. (0–1)

Wyjaśnij, dlaczego przetoczenie KKCz grupy O może być szkodliwe dla biorcy, który ma grupę krwi B. W odpowiedzi odnieś się do układu ABO.

.....

.....

.....

.....

.....

Zadanie 14.3. (0–3)

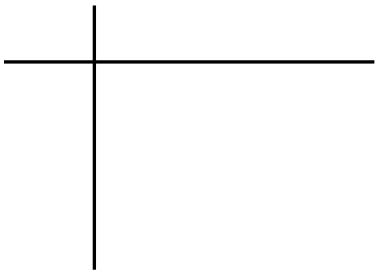
Rodzice, z których matka ma grupę krwi AB, a ojciec – grupę krwi O, spodziewają się dziecka.

Podaj genotypy rodziców. Na podstawie krzyżówki genetycznej określ wszystkie możliwe grupy krwi potomstwa oraz prawdopodobieństwo wystąpienia grupy krwi AB u dziecka tej pary rodziców. Zastosuj oznaczenia alleli podane w tekście.

Genotyp matki: .....

Genotyp ojca: .....

Krzyżówka genetyczna:



Możliwe grupy krwi potomstwa: .....

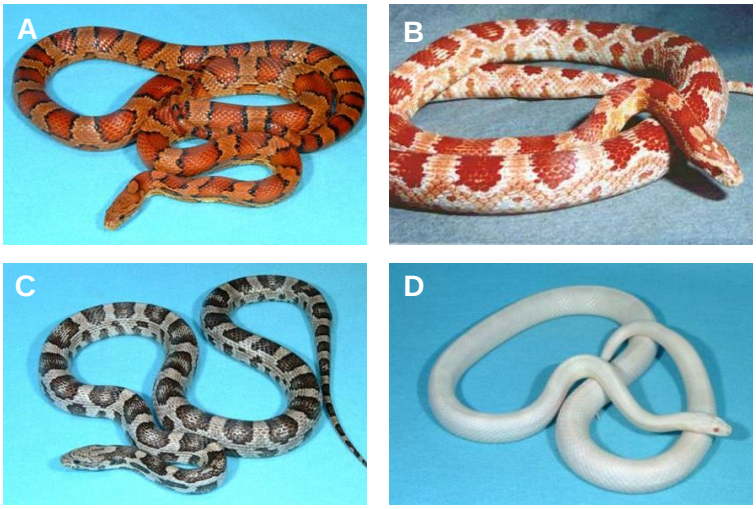
Prawdopodobieństwo wystąpienia grupy krwi AB: ..... %

Zadanie 15.

Wąż zbożowy (*Elaphe guttata*) ma charakterystyczne ubarwienie w postaci pomarańczowych plam otoczonych czarną obwódką – jest to tzw. ubarwienie typu dzikiego (zdjęcie A). Te plamy są nieregularnie rozmieszczone na całym ciele węża, które jest zabarwione na kolor żółtawy. Ubarwienie tego gada kontrolują dwa geny:

- dominujący allel ***R*** jest odpowiedzialny za wytwarzanie barwnika pomarańczowego, natomiast recesywny allel ***r*** odpowiada za brak barwnika pomarańczowego
- dominujący allel ***B*** warunkuje powstanie barwnika czarnego, natomiast recesywny allel ***b*** uniemożliwia syntezę czarnego pigmentu.

W populacji występują zarówno węże mające pomarańczowe plamy bez czarnych obwódek (zdjęcie B), jak i węże z czarnymi obwódkami, ale bez ich pomarańczowego wypełnienia (zdjęcie C). Natomiast podwójne homozygoty recesywne są formami albinotycznymi, na których ciele występują jednak blade plamy w tej samej liczbie i w tych samych miejscach, co kolorowe plamy ubarwienia typu dzikiego (zdjęcie D).



W poniższej tabeli przedstawiono częstości poszczególnych genotypów i odpowiadających im fenotypów otrzymane po skrzyżowaniu podwójnie heterozygotycznych osobników o ubarwieniu dzikim.

Częstość genotypu	Genotyp	Fenotyp
1/16	RRBB	dziki
2/16	RRBb	dziki
1/16	RRbb	pomarańczowe plamy bez czarnych obwódek
2/16	RrBB	dziki
4/16	RrBb	dziki
2/16	Rrbb	pomarańczowe plamy bez czarnych obwódek
1/16	rrBB	czarne obwódki wokół jasnych plam
2/16	rrBb	czarne obwódki wokół jasnych plam
1/16	rrbb	albinotyczny

Na podstawie: red. M. Maćkowiak, A. Michalak, *Biologia. Jedność i różnorodność*, Warszawa 2008; www.sussexvt.k12.de.us

Zadanie 15.1. (0–1)

Na podstawie przedstawionych wyników krzyżówki określ, czy geny warunkujące ubarwienie węża zbożowego są ze sobą sprzężone. Odpowiedź uzasadnij.

.....

.....

.....

.....

Zadanie 15.2. (0–2)

Oceń, czy poniższe stwierdzenia dotyczące dziedziczenia ubarwienia ciała węża zbożowego są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Allel ***B*** wykazuje niepełną dominację względem allelu ***b***.	**P**	**F**
2.	Allel ***R*** w pełni dominuje nad allelem ***r***.	**P**	**F**
3.	Za liczbę plam na ciele węża odpowiadają zarówno allel ***B***, jak i allel ***R***.	**P**	**F**

Zadanie 16. (0–1)

Chromotrypsja to zjawisko polegające na rozległej fragmentacji jednego lub kilku chromosomów i ich nieprawidłowej naprawie, która skutkuje licznymi rearanżacjami genomu. Jedną z możliwych konsekwencji chromotrypsji jest połączenie sekwencji promotora z sekwencją kodującą białko pochodzących z dwóch różnych genów. Obecnie uważa się, że to zjawisko odpowiada za powstawanie wielu nowotworów złośliwych.

Na podstawie: I. Cortés-Ciriano i in., *Comprehensive Analysis of Chromothripsis in 2,658 Human Cancers Using Whole-Genome Sequencing*, „Nature Genetics" 52, 2020.

Wykaż, że połączenie na skutek chromotrypsji sekwencji promotora z sekwencją kodującą białko pochodzących z dwóch różnych genów, może być przyczyną rozwoju nowotworu.

.....

.....

.....

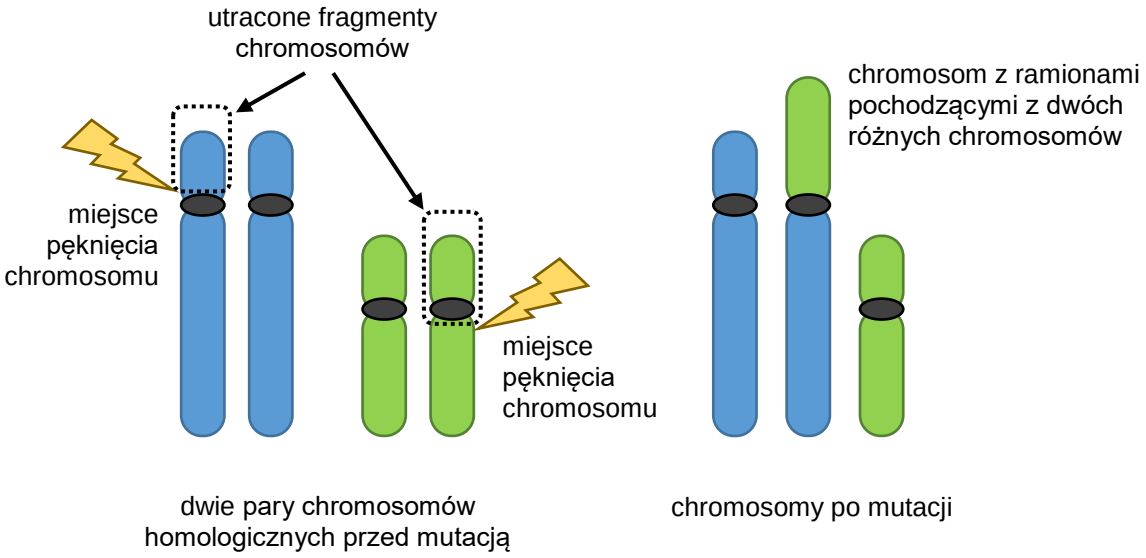
.....

.....

Zadanie 17.

Fuzja centryczna to mutacja powstająca, gdy dwa chromosomy pękną w pobliżu centromeru, a uszkodzenie zostanie niewłaściwie naprawione. Ramiona długie dwóch chromosomów zostają połączone w centromerze i w efekcie powstaje jeden duży dwuramienny chromosom, natomiast ramiona krótkie chromosomów zostają utracone. Ramiona krótkie zawierają przede wszystkim sekwencje powtarzalne i dlatego ich urata nie ma negatywnych skutków dla organizmu. Skutkiem takiej mutacji jest jednak zmniejszenie liczby chromosomów o jeden. W trakcie mejozy chromosomy z par chromosomów uczestniczących w fuzji centrycznej tworzą triwalent zamiast dwóch biwalentów.

Na rysunkach przedstawiono sposób powstawania fuzji centrycznej.



Na podstawie: K.M. Charon, M. Świtoński, *Genetyka i genomika zwierząt*, Warszawa 2012.

Zadanie 17.1. (0–1)

Uzasadnij, że opisana mutacja jest mutacją chromosomową.

.....

.....

.....

.....

Zadanie 17.2. (0–1)

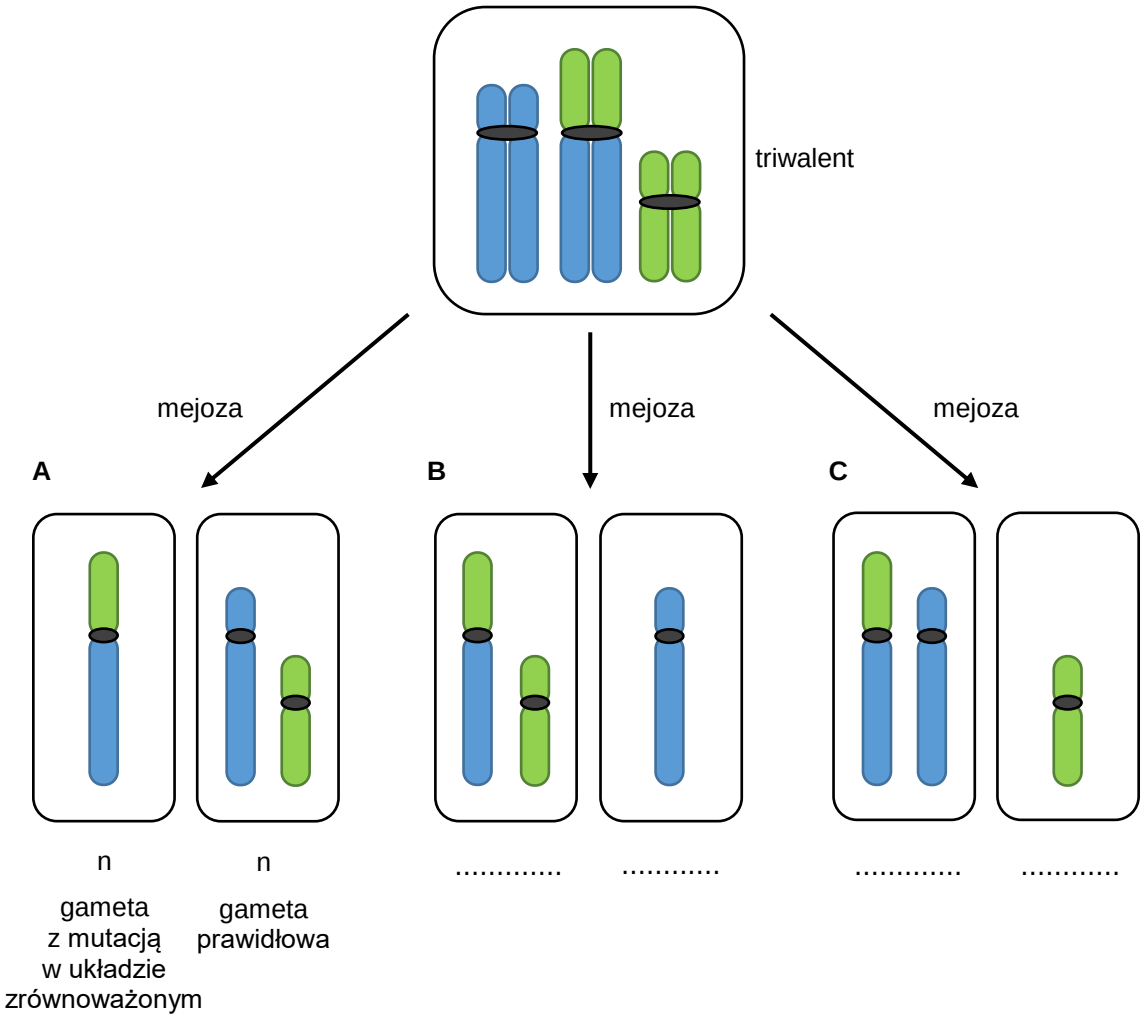
Uzupełnij poniższe zdania tak, aby zawierały informacje prawdziwe. Podkreśl właściwe określenie w każdym nawiasie.

Biwalenty, czyli pary połączonych ze sobą chromosomów homologicznych, tworzą się w (*profazie I* / *profazie II*) mejozy. Odbudowa jąder komórkowych podczas mejozy ma miejsce w (*anafazie* / *telofazie*).

Zadanie 17.3. (0–1)

Uzupełnij poniższy schemat przedstawiający trzy możliwe wyniki segregacji chromosomów triwalentu do gamet (A–C) podczas mejozy. Określ ploidalność każdej z gamet – wpisz w wyznaczone na schemacie miejsca (……): „n + 1” lub „n – 1”.

Uwaga: przyjmij założenie, że segregacja pozostałych chromosomów przebiega prawidłowo.



Zadanie 17.4. (0–1)

Wykaż, że możliwe jest urodzenie się potomstwa o prawidłowym kariotypie, w przypadku, gdy jeden z rodziców ma fuzję centryczną chromosomów, a drugi – takiej mutacji nie ma.

.....

.....

.....

.....

Zadanie 18.

Rodzina storczykowatych jest jedną z grup systematycznych roślin najbardziej zagrożonych wyginięciem w skali światowej. Jednym z głównych powodów tego zagrożenia są zmiany zachodzące w siedliskach zajmowanych przez storczyki.

Miodokwiat krzyżowy (*Herminium monorchis*), należący do rodziny storczykowatych, jest rośliną niezwykle rzadką, światłożądną, niewielkich rozmiarów, kwitnącą od maja do sierpnia i zapylaną przez owady. W Europie rośnie na ciepłolubnych murawach i na wilgotnych łąkach. W Polsce ze wszystkich wcześniej zidentyfikowanych naturalnych stanowisk zachowało się do chwili obecnej tylko jedno – znajdujące się w obszarze chronionego krajobrazu „Dolina Rospudy". To stanowisko w Puszczy Augustowskiej liczyło w 1987 r. około 100 roślin kwitnących i 50 płonnych, rosnących w skupieniach po 2 do 8 osobników, na powierzchni około dwóch hektarów. W Puszczy Augustowskiej miodokwiat rośnie na silnie nawodnionym, rozległym torfowisku. Dla ochrony tego stanowiska zaproponowano utworzenie rezerwatu. Ten projekt nie doczekał się jednak realizacji, ale wprowadzono zabiegi ochrony czynnej polegające m.in. na usuwaniu siewek drzew i krzewów. Miodokwiat krzyżowy podlega ścisłej ochronie gatunkowej oraz ochronie na mocy konwencji CITES.

Na podstawie: F. Jarzombkowski, *Krajowy program ochrony miodokwiatu krzyżowego* Herminium monorchis, Świebodzin 2012; *Polska Czerwona Księga Roślin*, Kraków 2001; siedliska.gios.gov.pl

Zadanie 18.1. (0–1)

Wykaż, że usuwanie siewek drzew i krzewów na terenie występowania miodokwiatu krzyżowego w Puszczy Augustowskiej sprzyja przetrwaniu tego gatunku.

.....

.....

.....

.....

Zadanie 18.2. (0–1)

Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Miodokwiat krzyżowy podlega ochronie na mocy konwencji CITES, co oznacza, że

A. handel okazami tego gatunku podlega ograniczeniom.

B. konieczna jest ochrona terenów podmokłych na terenie występowania tego gatunku.

C. zabroniona jest budowa dróg w pobliżu terenów występowania okazów tego gatunku.

D. zabronione jest zbieranie okazów tego gatunku poza specjalnie wyznaczonymi miejscami.

Zadanie 19. (0–2)

Powszechne prawie na całym świecie komary *Culex pipiens* są wektorami wielu poważnych chorób odzwierzęcych, głównie dlatego, że licznie występują na obszarach miejskich. Taksonomia i systematyka tej grupy stanowi wyzwanie dla badaczy.

Formy komarów *Culex pipiens* f. *molestus* oraz *Culex pipiens* f. *pipiens* wykazują istotne różnice fizjologiczne i ekologiczne. W przeciwieństwie do *C. pipiens* f. *pipiens*, który żyje na powierzchni, komary z londyńskiego metra nie hibernują i żywią się krwią ssaków (ludzi i szczurów), a nie – ptaków.

Komary *C. pipiens* f. *molestus*, które rozmnażają się w korytarzach londyńskiego metra, zaczęły stopniowo odróżniać się genetycznie od tych przebywających na powierzchni. Różnice genetyczne są znaczące – między osobnikami z subpopulacji *C. pipiens* f. *pipiens* oraz *C. pipiens* f. *molestus* występuje izolacja prezygotyczna i postzygotyczna.

Na podstawie: J. Jońca, *Miejska dżungla*, „Wiedza i Życie” 9, 2020;
K. Byrne, R. Nichols, Culex pipiens *in London Underground Tunnels:* […], „Heredity” 82, 1999;
M.L. Aardema i in., *Global Evaluation of Taxonomic Relationships and Admixture within the* Culex pipiens *Complex of Mosquitoes*, „Parasites & Vectors” 13(8), 2020.

Na podstawie przedstawionych informacji oceń, czy poniższe stwierdzenia są prawdziwe. Zaznacz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

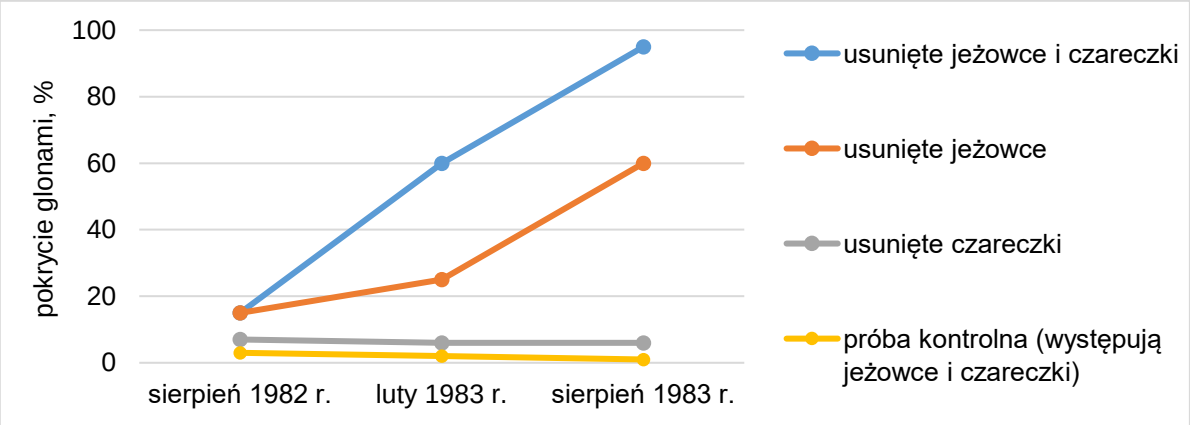
1.	Na podstawie nazw łacińskich komarów *C. pipiens* f. *molestus* i *C. pipiens* f. *pipiens* można stwierdzić, że te komary są klasyfikowane jako jeden gatunek.	**P**	**F**
2.	Brak przepływu genów między opisywanymi populacjami komarów wskazuje, że należą one do różnych gatunków biologicznych.	**P**	**F**
3.	Opisane subpopulacje komarów wykazują adaptacje fizjologiczne do lokalnych warunków środowiska.	**P**	**F**

Zadanie 20.

U wybrzeży Australii przeprowadzono badanie wpływu roślinożernych jeżowców na rozprzestrzenianie się brunatnic. Uważa się, że jeżowce są biotycznym czynnikiem ograniczającym rozprzestrzenianie się tych glonów. Aby odróżnić efekty wywołane przez jeżowce od efektu wywołanego przez ślimaka żywiącego się wodorostami – czareczki – przygotowano trzy poletka doświadczalne:

- z pierwszego usunięto zarówno jeżowce, jak i czareczki
- z drugiego usunięto tylko jeżowce
- z trzeciego usunięto tylko czareczki.

Wyniki porównano z próbą kontrolną, w której występowały oba gatunki żywiące się brunatnicami. Wyniki obserwacji zilustrowano na poniższym wykresie.



Na podstawie: W.J. Fletcher, *Interactions Among Subtidal Australian Sea Urchins, Gastropods, and Algae: Effects of Experimental Removals*, „Ecological Monographs" 57(1), 1987.

Zadanie 20.1. (0–1)

Na podstawie analizy wykresu rozstrzygnij, które zwierzęta – jeżowce czy czareczki – miały decydujący wpływ na rozprzestrzenianie się brunatnic w badanym ekosystemie morskim. Odpowiedź uzasadnij.

Rozstrzygnięcie: .....

Uzasadnienie: .....

.....

.....

.....

Zadanie 20.2. (0–1)

Jeżowce stanowią ważną część pożywienia wydr morskich.

Wyjaśnij, jak spadek liczebności wydr wpłynie na liczebność brunatnic w badanym ekosystemie. W odpowiedzi uwzględnij zależności pokarmowe między obserwowanymi organizmami.

.....

.....

.....

.....

.....

BRUDNOPIS *(nie podlega ocenie)*

BIOLOGIA

Poziom rozszerzony

Formuła 2015

BIOLOGIA

Poziom rozszerzony

Formuła 2015

BIOLOGIA

Poziom rozszerzony

Formuła 2015