

**TEST DO ZAWODÓW III STOPNIA 54 OLIMPIADY BIOLOGICZNEJ
W ROKU SZKOLNYM 2024/2025**

Data: **13 kwietnia 2025 r.**

Godzina rozpoczęcia: **8:00**

Czas pracy: **120 minut**

Liczba punktów do uzyskania: **40**

Instrukcja dla zawodnika

1. Sprawdź, czy otrzymałeś/eś arkusz z zadaniami i kartę odpowiedzi.
2. Arkusz z zadaniami zawiera 24 strony i składa się z 40 zadań. Arkusz odpowiedzi stanowi osobną kartę. Ewentualne braki zgłoś przewodniczącemu Komisji nadzorującej egzamin.
3. Używaj wyłącznie czarnego długopisu lub pióra, które nie przebija na drugą stronę.
4. Możesz korzystać z prostego kalkulatora dostarczonego przez Komisję nadzorującą egzamin.
5. Wpisz czytelnie swoje imię i nazwisko oraz nr PESEL w odpowiednim miejscu arkusza odpowiedzi. Zakoduj nr PESEL poprzez kompletne wypełnienie odpowiednich kół z cyframi.
6. Podpisz arkusz odpowiedzi na pierwszej stronie w miejscu na to przeznaczonym.
7. **Pamiętaj, że sprawdzane są wyłącznie arkusze odpowiedzi!** Wszystkie odpowiedzi zaznaczaj wyłącznie w miejscu na to przeznaczonym – nie wpisuj żadnych znaków w polu przeznaczonym dla egzaminatora.
8. Następna strona zawiera szczegółową instrukcję, jak kodować odpowiedzi do zadań zamkniętych. Zapoznaj się z nią przed rozpoczęciem rozwiązywania zadań.
9. Zapisy w brudnopisie, który znajduje się na końcu arkusza z zadaniami, nie są oceniane.
10. Nie korzystaj z pomocy kolegów i nie proś o wyjaśnienia treści zadań obecnych w sali członków Komisji. Jeśli skończysz rozwiązywać test wcześniej – oddaj kartę odpowiedzi Komisji i opuść salę.

Wszelkie prawa autorskie zastrzeżone. Żadna część arkusza z zadaniami nie może być powielana i wykorzystywana bez zgody Komitetu Głównego Olimpiady Biologicznej.

Instrukcja do testu centralnego 54 OB

Niezależnie od typu zadania, za udzielenie poprawnej odpowiedzi każdorazowo możesz uzyskać jeden punkt, a za odpowiedź błędną lub brak odpowiedzi – zero punktów. W przypadku zadań zamkniętych udzielenie odpowiedzi polega na kompletnym wypełnieniu odpowiedniego koła lub kół na karcie odpowiedzi w następujący sposób:

☐ A ☒ ☐ C ☐ D ☐ E

UWAGA!

Nie zaznaczaj odpowiedzi pochopnie – **NIE MOŻNA POPRAWIĆ RAZ UDZIELONEJ ODPOWIEDZI!**

Typy zadań zamkniętych i kodowanie odpowiedzi:

Zadania wielokrotnego wyboru zawierają maksymalnie pięć wariantów odpowiedzi, z których tylko jedna jest właściwa. Należy zaznaczyć pole odpowiadające jednej możliwości.

☐ A ☒ ☐ C ☐ D ☐ E

Określić **P – prawdę** lub **F – fałsz**, zaznaczając jedną z dwóch możliwości:

☒ ☐ F lub ☐ P ☒

Odpowiedzieć na postawione pytanie **T – tak** lub **N – nie**, zaznaczając jedną z dwóch możliwości:

☒ ☐ N lub ☐ T ☒

Dokonać wyboru pomiędzy możliwościami **A** lub **B**:

☒ ☐ B lub ☐ A ☒

Dopasować **kody do ilustracji** lub **opisów**, zakreślając jedną z podanych możliwości:

☐ A ☐ B ☒

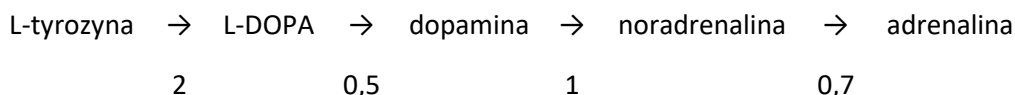
Wybrać odpowiedni zestaw litery i cyfry w zadaniach wymagających **zbudowania prawidłowego zdania wraz z uzasadnieniem**.

☐ A ☒
☐ B ☐ 2
☒ ☐ 3



Informacje do zadań 1.–3.

Teoria Michaelisa-Menten opisuje kinetykę reakcji enzymatycznych. Stała Michaelisa (K_m) jest parametrem kinetycznym oznaczającym takie stężenie substratu, przy którym szybkość reakcji enzymatycznej osiąga połowę szybkości maksymalnej (V_{max}). Wyznaczano wartości K_m dla enzymów szlaku biosyntezy amin katecholowych:



Pod strzałkami podano wartości K_m [mM] dla enzymów katalizujących poszczególne etapy szlaku biosyntezy.

W celu wyznaczenia K_m dla N-metylotransferazy noradrenaliny – enzymu katalizującego ostatni etap tego szlaku, przygotowano mieszaninę o następującym składzie:

- 0,2 ml 0,5 mM buforu Tris-HCl pH 7,5
- 0,2 ml 2 mM noradrenaliny
- 0,1 ml 50 mM $MgCl_2$
- 0,5 ml preparatu N-metylotransferazy noradrenaliny o aktywności 0,01 U*.

*1 U to ilość enzymu, która katalizuje przekształcenie 1 μ mola substratu reakcji w ciągu 1 minuty w warunkach optymalnych.

1. Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Jeżeli wszystkie substraty szlaku biosyntezy amin katecholowych występują w stężeniu 1 mM, to etapem ograniczającym szybkość całego szlaku metabolicznego jest etap

- A. L-tyrozyna $\rightarrow$ L-DOPA.
- B. L-DOPA $\rightarrow$ dopamina.
- C. Dopamina $\rightarrow$ noradrenalina.
- D. Noradrenalina $\rightarrow$ adrenalina.

2. Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Stężenie noradrenaliny w mieszaninie reakcyjnej opisanej w informacji do zadań wynosi

- A. 0,2 mM.
- B. 0,4 mM.
- C. 1 mM.
- D. 2 mM.

3. Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Jeżeli mieszanina reakcyjna zawiera 0,2 μ mola noradrenaliny, to czas potrzebny do przekształcenia 50% tego substratu w adrenalinę z podaną ilością enzymu, wynosi

- A. 2 minuty.
- B. 10 minut.
- C. 20 minut.
- D. 60 minut.

Informacja do zadań 4. i 5.

W wyniku skrzyżowania rośliny o owocach słodkich o barwie czerwonej z rośliną o owocach kwaśnych o barwie żółtej w pokoleniu F_1 otrzymano wyłącznie rośliny o owocach kwaśnych o barwie czerwonej. Po samozapłodnieniu roślin z pokolenia F_1 w pokoleniu F_2 wśród 10 tysięcy roślin 25 z nich wykształciło owoce słodkie o barwie żółtej.

4. Ile wynosi odległość między genem warunkującym barwę owoców a genem warunkującym ich smak? Wybierz odpowiedź spośród podanych.

- A. 0,25 cM
- B. 0,5 cM
- C. 5 cM
- D. 10 cM
- E. 12,5 cM

5. Ile różnych fenotypów występuje wśród rekombinantów w pokoleniu F_2 ? Wybierz odpowiedź spośród podanych.

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4

6. Określ, które stwierdzenia dotyczące genomu mitochondrialnego roślin wyższych są prawdziwe, a które – fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. Genom mitochondrialny roślin wyższych jest znacznie większy i bardziej złożony strukturalnie niż genom mitochondrialny organizmów zwierzęcych.	☐ prawda / ☐ fałsz
2. W genomie mitochondrialnym roślin wyższych występują introny w obrębie genów kodujących białka.	☐ prawda / ☐ fałsz
3. Rekombinacja homologiczna jest istotnym mechanizmem umożliwiającym reorganizację struktury genomu mitochondrialnego roślin wyższych.	☐ prawda / ☐ fałsz
4. Genom mitochondrialny roślin wyższych zawiera wyłącznie geny kodujące białka.	☐ prawda / ☐ fałsz

Informacja do zadań 7. i 8.

Na początku lat 60. XX w. Mary Lyon postawiła hipotezę, że jeden z chromosomów X w każdej komórce somatycznej kobiety ulega inaktywacji. Ta hipoteza zakładała, że inaktywacja zachodzi wcześniej w rozwoju zarodkowym zarodków żeńskich i w niektórych komórkach aktywny pozostaje chromosom X pochodzenia ojcowskiego, a w niektórych – matczynego. W każdej z komórek jeden z dwóch chromosomów X jest dezaktywowany losowo, tak że zarówno ojcowski jak i matczyny chromosom jest nieaktywny w przybliżeniu w połowie komórek.

Obecnie wiadomo, że nieaktywny chromosom X to ciało Barra. Inaktywacja chromosomu X zachodzi w komórkach somatycznych kobiety, jednak musi być zniesiona w komórkach linii płciowej. Liczba ciałek Barra w komórkach somatycznych jest zawsze o jeden mniejsza niż liczba chromosomów X. Inaktywacja chromosomu X nie jest jednak kompletna. Koniec krótkiego ramienia chromosomu X jest homologiczny z dystalną częścią krótkiego ramienia chromosomu Y. Niektóre geny sprzężone z chromosomem X mają swoje homologiczne odpowiedniki na chromosomie Y. Zapewnia to równą dawkę produktów tych genów u obu płci.

Na podstawie: L. B. Jorde, J. C. Carey, M. J. Bamshad, Genetyka Medyczna, Wrocław 2020.

7. Określ, czy poniższe informacje potwierdzają hipotezę Lyon.

Informacja	Czy potwierdza hipotezę Lyon?
1. Mężczyźni z bielactwem ocznym wykazują jednolity brak melaniny w siatkówce, natomiast u heterozygotycznych kobiet w siatkówce występują naprzemiennie fragmenty zawierające barwnik i fragmenty niezawierające barwnika.	☐ tak / ☐ nie
2. Enzym dehydrogenaza glukozy-6-fosforanowa, kodowany przez gen zlokalizowany na chromosomie X, jest produkowany w równych ilościach u mężczyzn i u kobiet.	☐ tak / ☐ nie

8. Określ, które stwierdzenia dotyczące inaktywacji chromosomu X są prawdziwe, a które – fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. Mężczyźni z zespołem Klinefeltera mają w komórkach somatycznych jedno ciało Barra.	☐ prawda / ☐ fałsz
2. U kobiet geny zlokalizowane na końcu krótkiego ramienia chromosomu X są aktywne w obydwu kopiach chromosomu X.	☐ prawda / ☐ fałsz
3. Przekazanie potomstwu chorób sprzężonych z chromosomem X jest zależne od tego, który chromosom uległ inaktywacji.	☐ prawda / ☐ fałsz

Informacja do zadań 9. i 10.

Jedną z odmian reakcji PCR jest reakcja łańcuchowej polimeryzacji w czasie rzeczywistym, czyli *real-time* PCR. Ten rodzaj reakcji pozwala na wykrywanie amplifikowanego DNA w czasie rzeczywistym, w trakcie biegu reakcji. Jedną z metod przeprowadzania reakcji *real-time* PCR polega na dodaniu do mieszaniny reakcyjnej PCR barwnika fluorescencyjnego (np. SYBR Green I), który wiąże się tylko z dwuniciowymi cząsteczkami DNA i fluoryzuje w stanie związanym z dwuniciowym DNA. W początkowych cyklach reakcji obserwujemy niski poziom fluorescencji, określanej jako fluorescencja tła (ang. *background*). Wzrost stężenia ampikonów jest przyczyną wzrostu poziomu fluorescencji, aż do osiągnięcia wartości progowej (ang. *Ft*, *fluorescence threshold*) – minimalnego poziomu fluorescencji wykrywanej przez układ pomiarowy. Cykl, w którym sygnał fluorescencji osiągnął wartość *Ft*, jest określany cyklem progowym (ang. *Ct*, *cycle threshold*). Od tego momentu rozpoczyna się faza logarytmiczna amplifikacji, aż do osiągnięcia fazy eksploatacyjnej (plateau).

9. Określ, które stwierdzenia dotyczące reakcji *real-time* PCR są prawdziwe, a które – fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. Im więcej kopii powielanej sekwencji znajduje się w próbce, tym mniej cykli potrzeba, by fluorescencja osiągnęła <i>Ft</i> .	☐ prawda / ☐ fałsz
2. Wymaga wykonania elektroforezy w celu analizy wyników.	☐ prawda / ☐ fałsz
3. Czas osiągnięcia fazy eksploatacyjnej (plateau) zależy od wyjściowej liczby kopii powielanej sekwencji.	☐ prawda / ☐ fałsz

10. Dokończ zdanie. Wybierz odpowiedź A albo B, oraz odpowiedź 1., 2. albo 3.

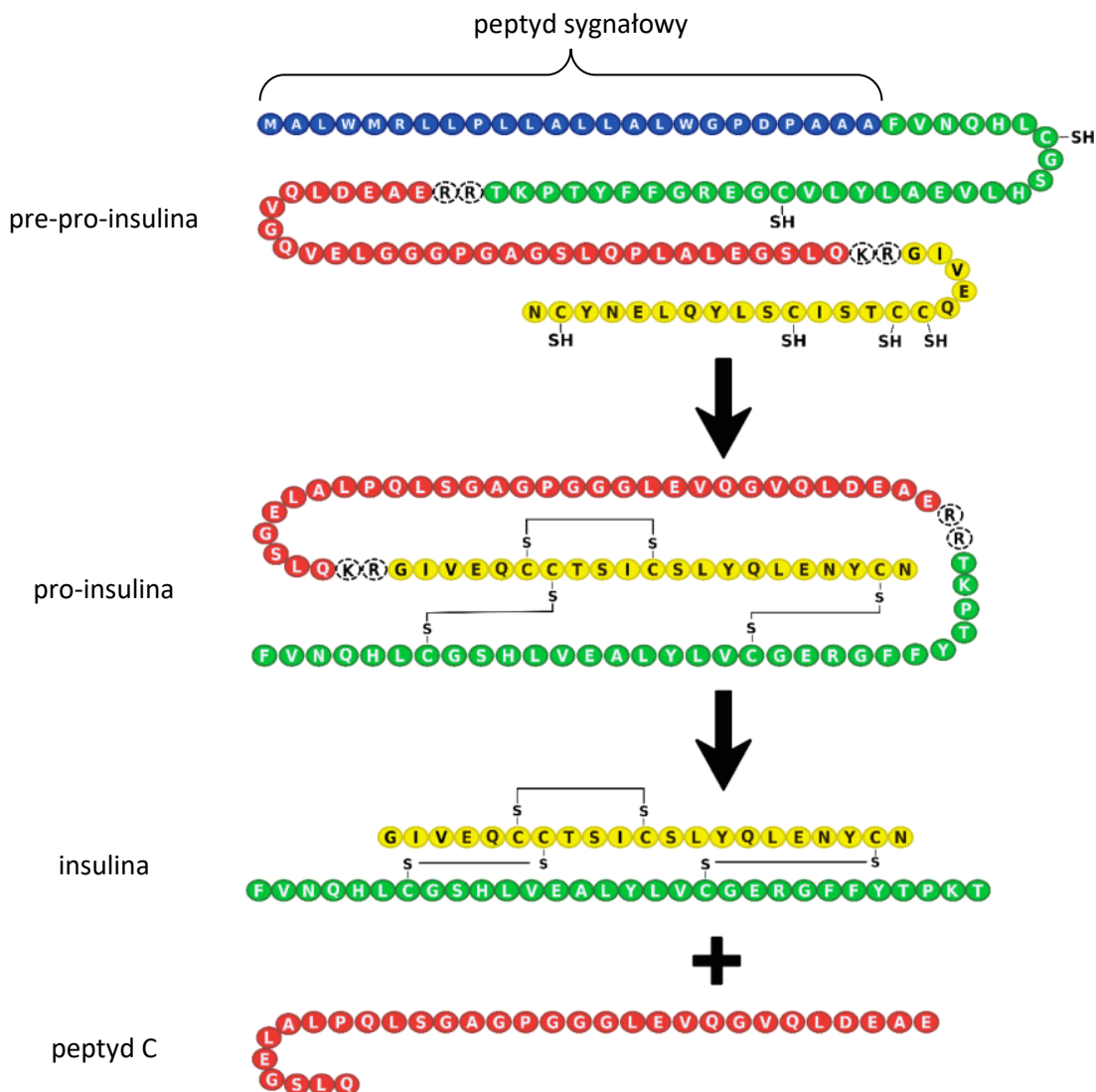
W reakcji *real-time* PCR na podstawie wartości cyklu progowego (*Ct*)

☐ A.	można określić wyjściową ilość namnażanego DNA,	ponieważ	☐ 1.	wartość Ct jest wprost proporcjonalna do ilości początkowego materiału genetycznego.
☐ B.	nie można określić wyjściowej ilości namnażanego DNA,		☐ 2.	wartość Ct jest odwrotnie proporcjonalna do ilości początkowego materiału genetycznego.
			☐ 3.	wartość Ct nie ma związku z wyjściową ilością DNA.

Informacja do zadań 11.–14.

Gen kodujący ludzką insulinę ulega ekspresji w komórkach β wysepek trzustki. W tych komórkach, w wyniku translacji, powstaje polipeptyd złożony ze 110 aminokwasów określany jako pre-pro-insulina. Ten polipeptyd zawiera N-kończącą sekwencję sygnałową złożoną z 24 aminokwasów. Sekwencja sygnałowa, po zakończeniu translacji, jest odcinana w szorstkiej siatce śródplazmatycznej, czego wynikiem jest powstanie pro-insuliny. Rolą sekwencji sygnałowej jest skierowanie powstającego polipeptydu do światła siateczki śródplazmatycznej już podczas translacji. Wewnątrz cysterny siateczki śródplazmatycznej pro-insulina ulega fałdowaniu i przyjmuje strukturę trzeciorzędową, po czym jest transportowana do aparatu Golgiego, gdzie jest pakowana w pęcherzyki wydzielnicze. W pęcherzykach wydzielniczych konwertaza prohormonów wycina z cząsteczki pro-insuliny peptyd C złożony z 31 aminokwasów, który również wykazuje aktywność biologiczną. Wycięcie polipeptydu C i rozszczepienie pro-insuliny na dwa polipeptydy jest przyczyną usunięcia czterech aminokwasów (KR i RR) z jej łańcucha. Konwertaza prohormonów występuje prawie wyłącznie w komórkach beta wysepek trzustki. Peptyd C i dojrzała cząsteczka insuliny są wspólnie wydzielane z pęcherzyków wydzielniczych poza komórkę.

Na poniższym schemacie przedstawiono schemat potranslacyjnej modyfikacji ludzkiej pre-pro-insuliny.



Na podstawie: R.L. Washburn i in., *C-Peptide as a Therapy for Type 1 Diabetes Mellitus*, "Biomedicines" 9, 2021.

11. Dokończ zdanie. Wybierz odpowiedź A. albo B. oraz odpowiedź 1., 2. albo 3.

Na podstawie sekwencji aminokwasowej pre-pro-insuliny

☐ A.	można ustalić sekwencję nukleotydową	kodującą insulinę, ponieważ kod genetyczny jest	☐ 1.	zdegenerowany.
☐ B.	nie można ustalić sekwencji nukleotydowej		☐ 2.	jednoznaczny.
			☐ 3.	bezprzecinkowy.

12. Z ilu nukleotydów składa się fragment mRNA będący matrycą do syntezy peptydu C? Wybierz odpowiedź spośród podanych.

- A. 31
- B. 35
- C. 93
- D. 96
- E. 105

13. Dokończ zdanie. Zaznacz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Struktura IV-rzędowa insuliny jest stabilizowana przez

- A. dwa mostki disiarczkowe.
- B. trzy mostki disiarczkowe.
- C. wiązania glikozydowe.
- D. wiązania peptydowe.

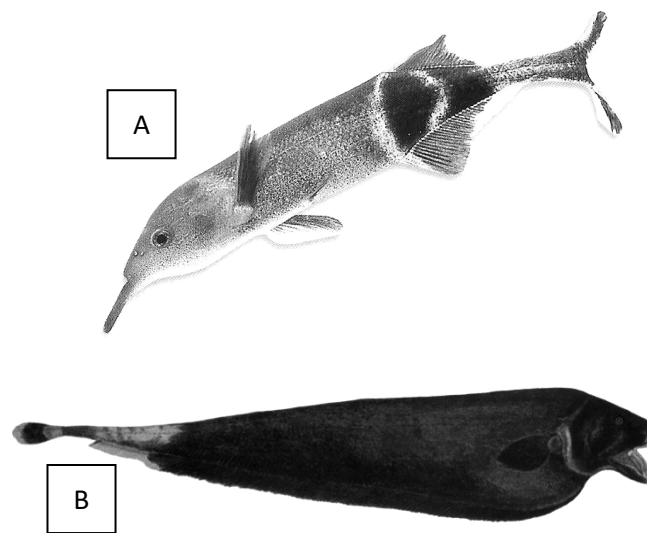
14. Określ, które stwierdzenia dotyczące wytwarzania i wydzielania insuliny są prawdziwe, a które – fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. Konwertaza prohormonów wycinająca peptyd C należy do endopeptydaz.	☐ prawda / ☐ fałsz
2. Transport pro-insuliny z siateczki śródplazmatycznej szorstkiej do aparatu Golgiego odbywa się w pęcherzykach błonowych.	☐ prawda / ☐ fałsz
3. Wydzielanie insuliny przez komórki beta trzustki odbywa się w jednostajnym tempie, ponieważ to białko jest nieustannie produkowane.	☐ prawda / ☐ fałsz

Informacja do zadań 15. i 16.

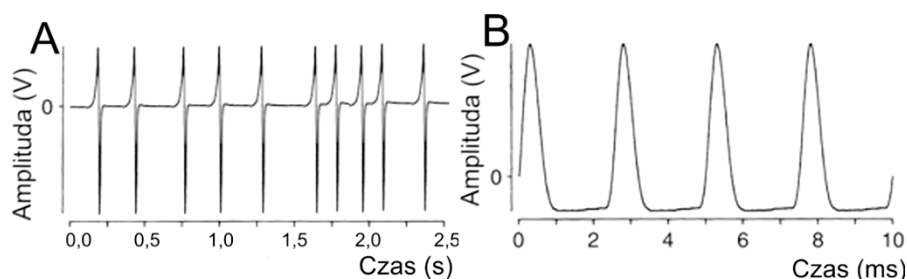
Niektóre ryby potrafią generować wokół swego ciała słabe pole elektryczne, które ulega zaburzeniu w środowisku zewnętrznym. Pole elektryczne jest generowane przez zmodyfikowane komórki mięśniowe, umieszczone jedna za drugą (jak stos monet) wzdłuż ciała ryby, gdzie każda komórka generuje niewielkie napięcie elektryczne. Pole elektryczne wytwarzane przez rybę zachowuje się inaczej w obecności opornika (np. kamienia), a inaczej – gdy obok ryby znajduje się przewodnik, czyli inny organizm (np. ryba). Samo pole elektryczne (i jego zaburzenia) są odbierane przez rozmieszczone na skórze elektoreceptory, a ośrodek kontroli emisji impulsów elektrycznych i analizy odebranych bodźców znajduje się u tych ryb w mózgu.

Opisana powyżej elektorecepcja aktywna wyewoluowała niezależnie u dwóch grup ryb. Przedstawicielem pierwszej z nich jest mruk Petersa (*Gnathonemus petersii*, rys. 1A), a drugiej – duch brazylijski (*Apteronotus albifrons*, rys 1B).



Rys. 1. Ryby z elektorecepcją aktywną: mruk Petersa (A) i duch brazylijski (B).

Impulsy generowane przez te gatunki ryb można zarejestrować dzięki umieszczeniu elektrod w akwarium. Po wzmocnieniu sygnału przeprowadza się jego analizę z wykorzystaniem odpowiedniego oprogramowania. Przykładowe zarejestrowane impulsy przedstawiono na rys. 2. Co ciekawe takie impulsy elektryczne zarejestrowane w komputerze można wyemitować w formie dźwięku przez głośniki komputerowe.

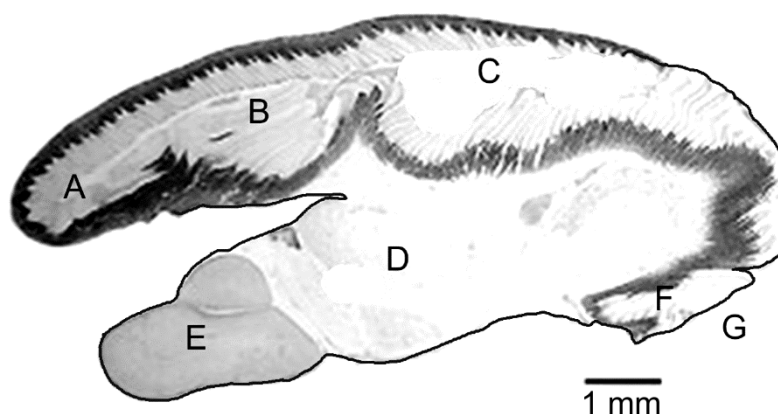


Rys. 2. Elektrogram impulsów elektrycznych emitowanych przez mruka Petersa (A) i ducha brazylijskiego (B).

15. Określ, które stwierdzenia dotyczące elektrorepcji aktywnej są prawdziwe, a które – fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. Elektrorepcja aktywna umożliwia wykrycie pokarmu w środowisku.	☐ prawda / ☐ fałsz
2. Dźwięk wygenerowany w oparciu o nagrane impulsy elektryczne ducha brazylijskiego jest słyszalny przez człowieka.	☐ prawda / ☐ fałsz
3. Im ryba jest dłuższa, tym większe jest napięcie pola elektrycznego generowanego przez tę rybę.	☐ prawda / ☐ fałsz
4. U ssaków elektrorepcję aktywną rozwinęły delfiny.	☐ prawda / ☐ fałsz

16. Na poniższym rysunku przedstawiono przekrój przez mózg mruka Petersa. Literą G oznaczono miejsce, w którym mózg łączy się z rdzeniem kręgowym.

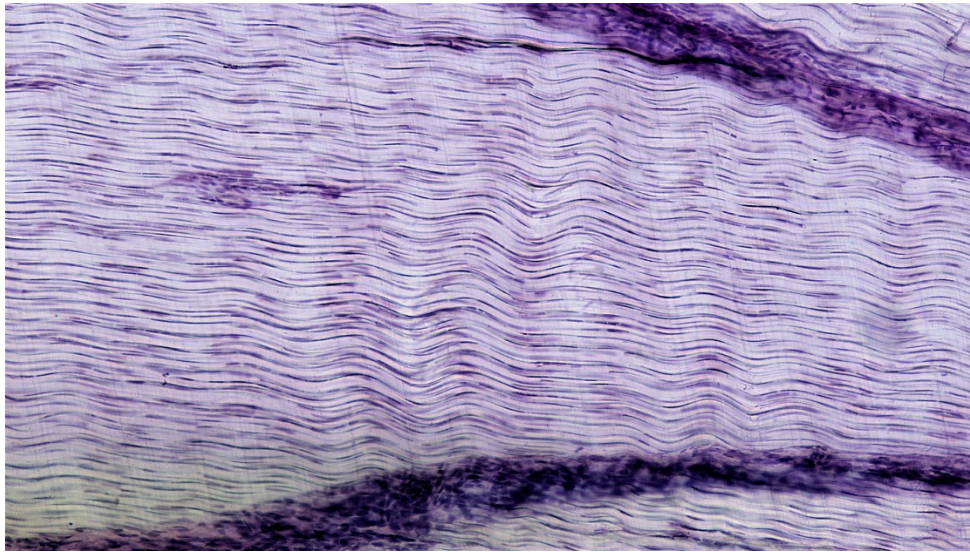


Które ośrodki mózgu mruka Petersa, oznaczone na poniższym przekroju literami A–F, znajdują się w rejonie mózdzku?

- A. A, B i C
- B. D i E
- C. F
- D. D i F
- E. C i F

Informacja do zadań 17. i 18.

Poniżej przedstawiono zdjęcie jednej z ludzkich tkanek wykonane w powiększeniu 100×.



Źródło: A. Fayette, M.S. Reynolds.

17. Jaką tkankę przedstawiono na powyższym zdjęciu? Wybierz odpowiedź spośród podanych.

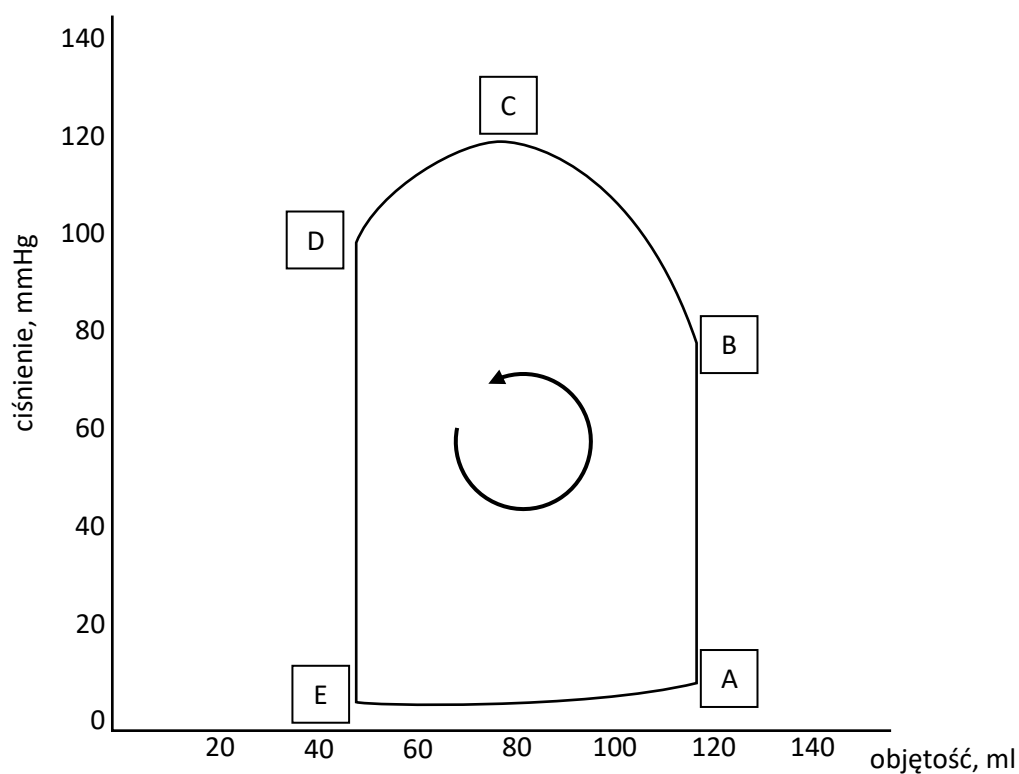
- A. kostną
- B. chrzęstną
- C. tłuszczową
- D. łączną włóknistą
- E. nabłonek wielowarstwowy

18. Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Przedstawiona na powyższym zdjęciu tkanka jest zasadniczym elementem budowy

- A. kości długich.
- B. ścięgien i więzadeł.
- C. pierścieni tchawicy.
- D. naczyń limfatycznych.
- E. powierzchni stawowych.

19. Na poniższym rysunku przedstawiono zmiany ciśnienia i objętości lewej komory podczas cyklu pracy serca.

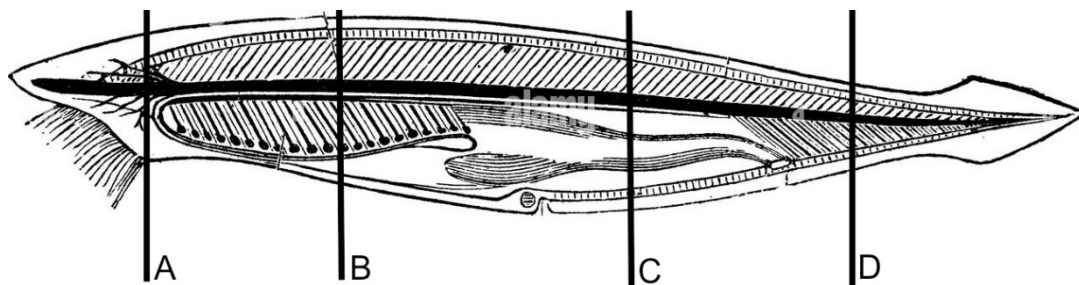


Określ, które stwierdzenia dotyczące cyklu pracy serca są prawdziwe, a które – fałszywe.

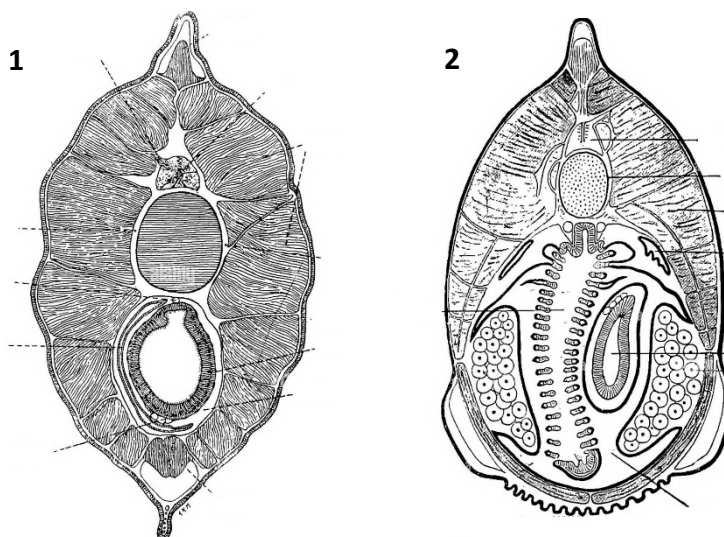
Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. Punkt B na wykresie odpowiada otworzeniu się zastawki półksiężycowatej aorty.	☐ prawda / ☐ fałsz
2. Skurcz izowolumetryczny lewej komory jest reprezentowany przez odcinek DE.	☐ prawda / ☐ fałsz
3. Punkt E na wykresie odpowiada otwarciu się zastawki mitralnej.	☐ prawda / ☐ fałsz
4. Napędnienie lewej komory jest reprezentowane przez odcinek EA.	☐ prawda / ☐ fałsz

Informacja do zadań 20. i 21.

Na poniższym schemacie budowy lancetnika (*Branchiostoma lanceolatum*) zaznaczono pionowymi liniami (A–D) miejsca, w których wykonano przekroje ciała tego zwierzęcia i sporządzono z nich preparaty. Poniżej przedstawiono rysunki dwóch preparatów.



Schemat budowy lancetnika z miejscami, w których wykonano przekroje.



Rysunki preparatów przekrojów poprzecznych przez ciało lancetnika.

20. Do każdego z preparatów 1.–2. przyporządkuj miejsce jego wykonania A–D.

Preparat	Miejsce wykonania przekroju
1.	☐ A. / ☐ B. / ☐ C. / ☐ D.
2.	☐ A. / ☐ B. / ☐ C. / ☐ D.

21. Określ, które stwierdzenia dotyczące przekrojów 1.–2. są prawdziwe, a które – fałszywe.

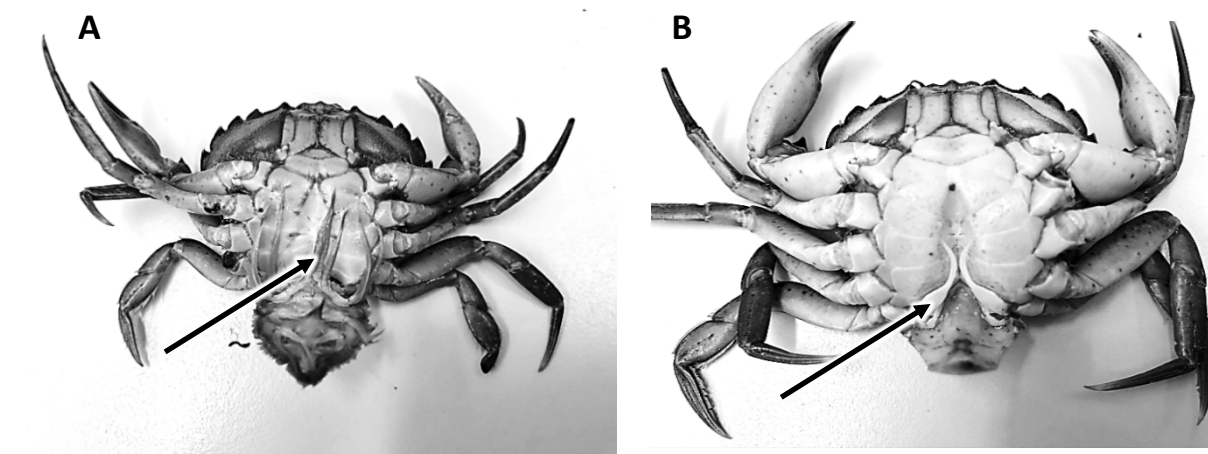
Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. Na obu przekrojach są widoczne gonady.	☐ prawda / ☐ fałsz
2. Na obu przekrojach jest widoczny endostyl.	☐ prawda / ☐ fałsz
3. Tylko na jednym przekroju jest widoczna struna grzbietowa.	☐ prawda / ☐ fałsz
4. Tylko na jednym przekroju jest widoczna cewka nerwowa.	☐ prawda / ☐ fałsz

22. Dokończ zdanie. Wybierz odpowiedź A. albo B. oraz odpowiedź 1. albo 2.

Rozwój złożony z przeobrażeniem niezupełnym występuje u

☐ A.	wszy ludzkiej,	która	☐ 1.	pasożytuje	na innych gatunkach niż człowiek.
☐ B.	pchły ludzkiej,		☐ 2.	nie pasożytuje	

23. Poniżej znajdują się zdjęcia dwóch krabów tego samego gatunku, sfotografowanych od strony brzusznej.



Określ, które stwierdzenia dotyczące przedstawionych na zdjęciach krabów są prawdziwe, a które – fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. Na zdjęciu A przedstawiono samicę.	☐ prawda / ☐ fałsz
2. Na zdjęciu B strzałką oznaczono odnóże kopulacyjne.	☐ prawda / ☐ fałsz
3. Na obu zdjęciach strzałkami oznaczono odnóże odwłokowe.	☐ prawda / ☐ fałsz
4. Na obu zdjęciach przedstawiono osobniki dorosłe.	☐ prawda / ☐ fałsz

24. Który ze sposobów odżywiania się zwierząt wyewoluował na Ziemi najpóźniej? Wybierz odpowiedź spośród podanych.

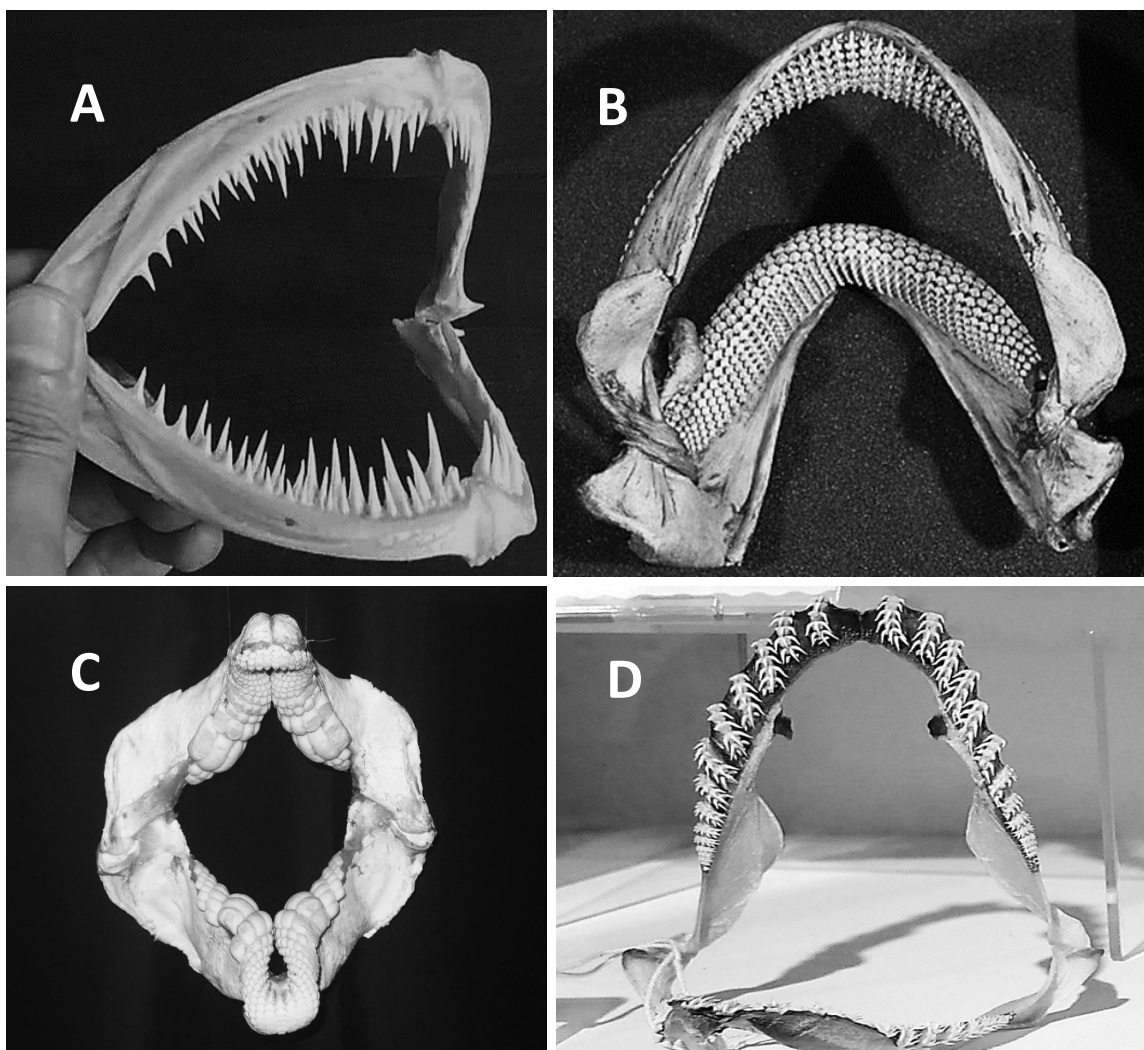
- A. odfiltrowywanie cząstek pokarmowych z wody
- B. zjadanie liści i łodyg roślin
- C. pasożytowanie na innych zwierzętach
- D. aktywne polowanie na inne zwierzęta

Informacje do zadań 25. i 26.

Zęby rekinów są umiejscowione na szczękach w tzw. „spiralach zębowych”. Gdy najstarszy ząb ulegnie zużyciu, lub się wyłamie, na jego miejsce wchodzi kolejny, w pełni ukształtowany ząb. Zęby w spirali mogą pełnić swoją funkcję jeden po drugim lub jednocześnie w zależności, jakim pokarmem odżywia się dany gatunek rekina.

Uważa się, że zęby rekinów (i innych kręgowców) są homologiczne łuskom plakoidalnym, okrywającym ciało ryb chrzęstnoszkieletowych. Obie struktury powstają w skórze właściwej i są zbudowane z podobnych tkanek.

25. Na którym ze zdjęć nie przedstawiono szczęk rekina?



26. Które tkanki lub ich wytwory mogą występować w zębach ryb chrzęstnoszkieletowych?

Tkanka lub wytwór tkanki	Czy może występować w zębach?
1. kostna	☐ tak / ☐ nie
2. chrzęstna	☐ tak / ☐ nie
3. zębina	☐ tak / ☐ nie
4. szklivo	☐ tak / ☐ nie

Informacja do zadań 27. i 28.

Akomodacja oka polega na dostosowywaniu wypukłości soczewki do odległości oglądanego przedmiotu. Wypukłość soczewki zależy od napięcia więzadeł między soczewką i naczyniówką, które – przemieszczając się do przodu i tyłu – silniej lub słabiej rozciągają soczewkę. Zmiany położenia więzadeł są regulowane przez pracę mięśnia rzęskowego. Gdy ten się kurczy, soczewka jest słabiej rozciągana, gdy jest rozluźniony – więzadła silniej rozciągają soczewkę.

Szerokość źrenic jest regulowana przez mięsień zwieracz i rozwieracz źrenicy. Reakcja źrenic na światło jest uruchamiana przez pobudzenie światłoczułych komórek zwojowych siatkówki.

Na podstawie: red. S. J. Konturek, Fizjologia człowieka, Wrocław 2007.

27. Przeczytaj poniższe zdania i uzupełnij luki (1.–3.) wyrażeniami z tabeli, wybierając w każdym przypadku jedno z dwóch zaproponowanych.

Wskutek skurczu mięśnia rzęskowego soczewka przyjmuje kształt bardziej **(1)**, dzięki czemu siła łamiąca promienie świetlne jest **(2)**, co umożliwia ostre widzenie przedmiotu oglądanego z **(3)** odległości.

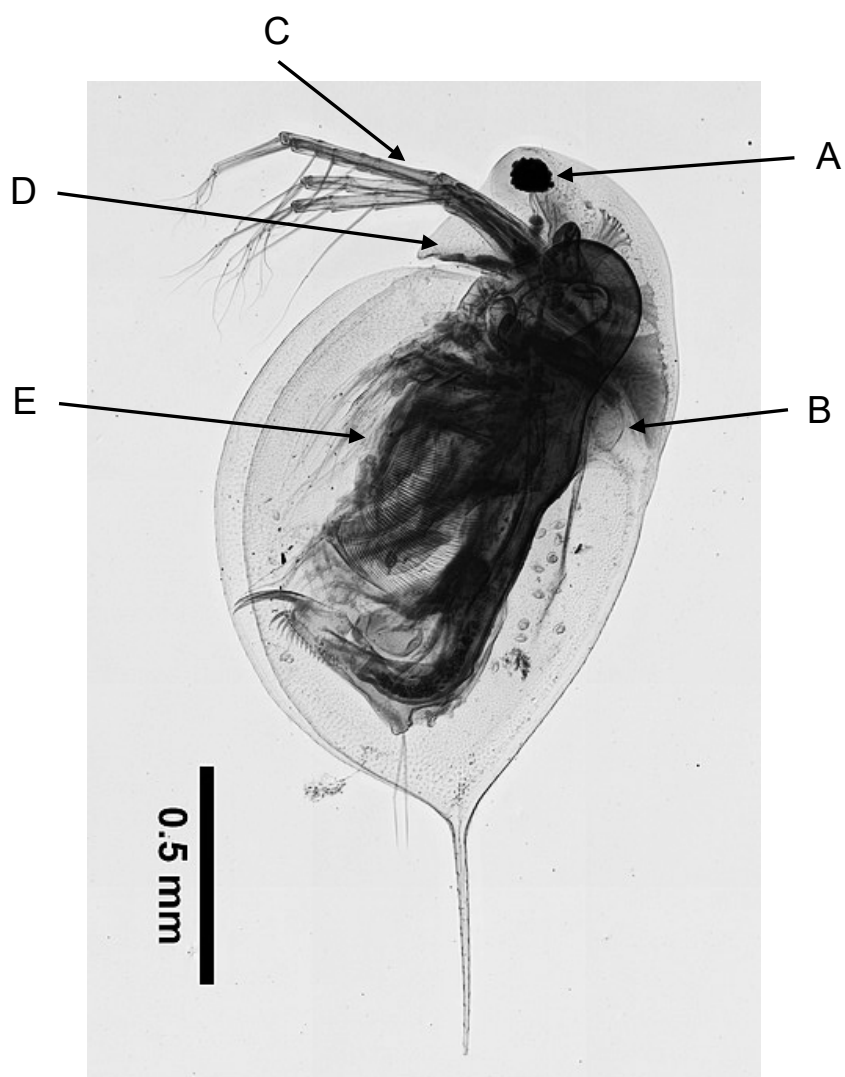
Numer luki	Wyrażenie
1.	☐ A. spłaszczony/ ☐ B. kulisty
2.	☐ A. mniejsza/ ☐ B. większa
3.	☐ A. mniej / ☐ B. więcej

28. Określ, które stwierdzenia dotyczące adaptacji oka do warunków oświetlenia są prawdziwe, a które – fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. Ośrodki kierujące pracą zwieracza źrenicy znajdują się w płacie potylicznym kresomózgowia.	☐ prawda / ☐ fałsz
2. Za rozszerzenie źrenic odpowiada współczulna części autonomicznego układu nerwowego.	☐ prawda / ☐ fałsz
3. Mięśnie regulujące pracę zwieracza i rozwieracza źrenicy są unerwione przez włókna nerwu wzrokowego.	☐ prawda / ☐ fałsz

Informacja do zadań 29. i 30.

Fotografia przedstawia obraz mikroskopowy pewnego organizmu wodnego



29. Przyporządkuj wymienione w tabeli struktury do odpowiednich oznaczeń z ilustracji.

Struktura	Kod z ilustracji
1. Rostrum	☐ A. / ☐ B. / ☐ C. / ☐ D. / ☐ E.
2. Serce	☐ A. / ☐ B. / ☐ C. / ☐ D. / ☐ E.
3. Odnóże lokomotoryczne	☐ A. / ☐ B. / ☐ C. / ☐ D. / ☐ E.
4. Odnóże filtracyjne	☐ A. / ☐ B. / ☐ C. / ☐ D. / ☐ E.

30. Przeczytaj poniższy tekst i uzupełnij luki (1.–5.) wyrażeniami z tabeli, wybierając w każdym przypadku jedno z dwóch zaproponowanych.

Przedstawiony na fotografii organizm jest gatunkiem występującym najczęściej w (1), gdzie żyje (2). Gdy warunki środowiskowe są optymalne, w populacji występują (3), a gdy warunki się pogarszają te zwierzęta (4). Ten gatunek należy do (5).

Numer luki	Wyrażenie
1.	☐ A. jeziorach / ☐ B. morzach
2.	☐ A. w otwartej toni wodnej/ ☐ B. przy dnie
3.	☐ A. samce i samice / ☐ B. przede wszystkim samice
4.	☐ A. chowają się w mule/ ☐ B. składają jaja przetrwalne
5.	☐ A. skrzelonogów (Branchiopoda)/ ☐ B. małżoraczków (Ostracoda)

Informacje do zadań 31.–33.

Symetria ciała jest cechą wykorzystywaną przy klasyfikacji zwierząt. U gatunków o symetrii radialnej (promienistej) można wyróżnić jedynie dolną (spodnią) i górną (wierzchnią) stronę. Przez ciało zwierząt biradialnych (dwupromienistych) możemy poprowadzić dwie płaszczyzny symetrii: obie strony boczne oraz „górną” i „dolną” są u nich identyczne. U zwierząt bilateralnych (dwubocznych) można wyróżnić zarówno stronę dolną, jak i górną (czyli brzuszną i grzbietową), jak i przód oraz tył ciała. U tych organizmów jedynie strona prawa i lewa są symetryczne. Zwierzęta mogą być również asymetryczne.

31. Podaj nazwę typu zwierząt, którego większość gatunków ma symetrię biradialną.

.....

32. Podaj nazwę typu zwierząt, u którego na początku ewolucji dominowała symetria bilateralna, następnie zmieniła się ona w radialną, a dzisiaj część gatunków jest ponownie bilateralna.

.....

33. Podaj przykład kręgowca o asymetrycznej budowie ciała.

.....

34. Na poniższych zdjęciach przedstawiono dwa różne owady, należące do tego samego rzędu.



Źródło: Wikimedia Commons.

Podaj nazwę rzędu, do którego należą owady przedstawione na zdjęciach.

.....

35. Na poniższych zdjęciach przedstawiono dwie różne rośliny, należące do tej samej rodziny.



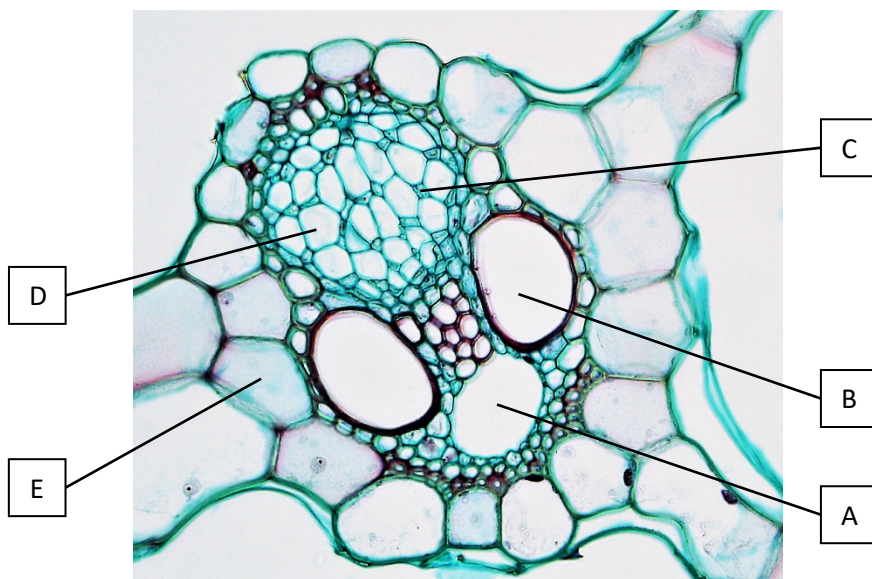
Źródło: Wikimedia Commons.

Podaj nazwę rodziny, do której należą rośliny przedstawione na zdjęciach.

.....

Informacja do zadań 36. i 37.

Na poniższym zdjęciu przedstawiono fragment przekroju poprzecznego przez łodygę rośliny wodnej – jeżogłówki (*Sparganium*).



Źródło: A. Fayette, M.S. Reynolds.

36. Do podanych w tabeli struktur dopasuj odpowiednie oznaczenie ze zdjęcia.

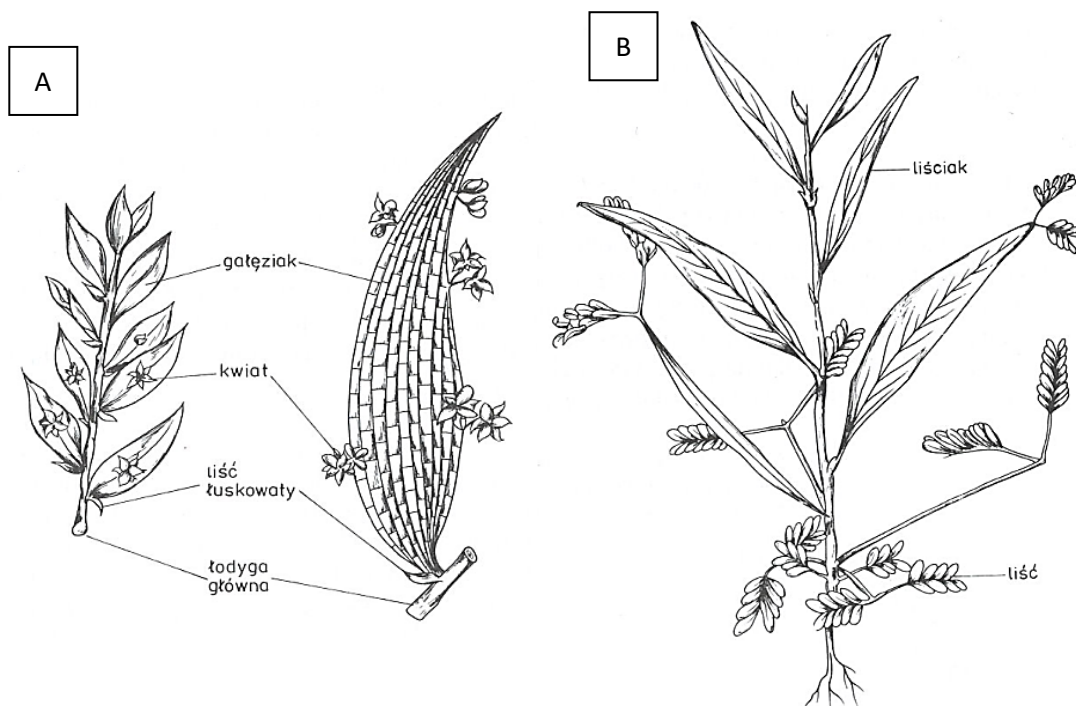
Struktura	Oznaczenie ze zdjęcia
1. człon rurki sitowej	☐ A. / ☐ B. / ☐ C. / ☐ D. / ☐ E.
2. komórka towarzysząca	☐ A. / ☐ B. / ☐ C. / ☐ D. / ☐ E.
3. miękisz zasadniczy	☐ A. / ☐ B. / ☐ C. / ☐ D. / ☐ E.
4. przestwór międzykomórkowy	☐ A. / ☐ B. / ☐ C. / ☐ D. / ☐ E.

37. Uzupełnij w poniższym tekście luki (1.–3.) wyrażeniami z tabeli, wybierając w każdym przypadku jedno z dwóch zaproponowanych.

U żeżogłówki występują (1) wiązki przewodzące, (2) kambium. Budowa wiązek przewodzących żeżogłówki świadczy o tym, że ta roślina należy do (3).

Numer luki	Wyrażenie
1.	☐ A. otwarte / ☐ B. zamknięte
2.	☐ A. zawierające / ☐ B. niezawierające
3.	☐ A. jednoliściennych / ☐ B. dwuliściennych

38. U niektórych roślin środowisk suchych, np. ruszczyka koczastego (*Ruscus aculeatus* L.) (rys. A), przekształceniu ulegają łodygi bocznych odgałęzień pędu, które do złudzenia przypominają liście. Takie krótkopędy nazywamy gałęziakami. Innym rodzajem przystosowania do środowiska suchego jest uwstecznienie liścia obejmujące tylko blaszkę liściową, jak ma to miejsce u gatunków z rodzaju akacja (*Acacia*) (rys. B). Funkcje asymilacyjne przejmuje wówczas ogonek liściowy, który nazywa się liściakiem.



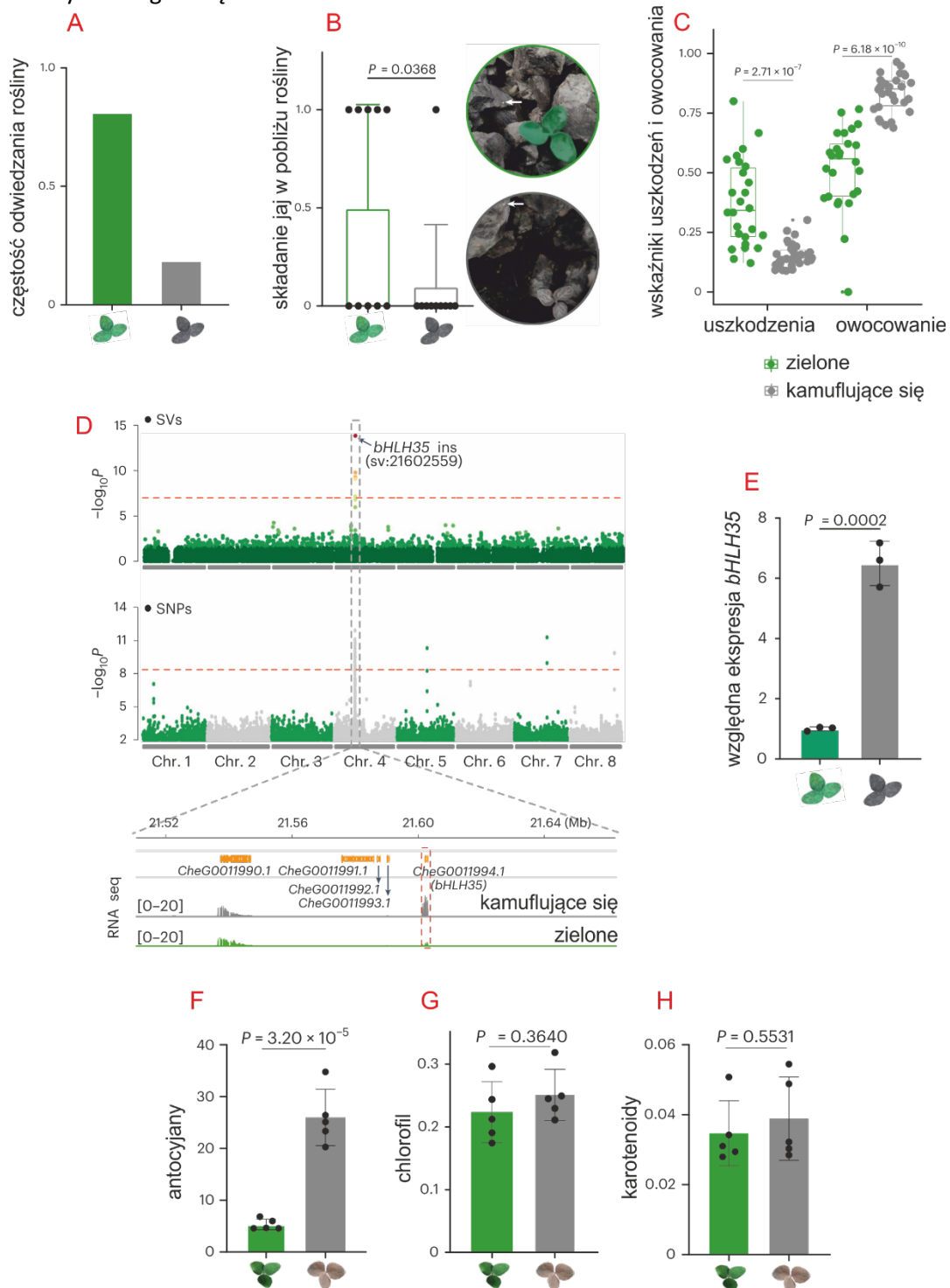
Na podstawie: A. Szweykowska, J. Szweykowski, Botanika. Morfologia, t. 1, Warszawa 2007.

Określ, które stwierdzenia dotyczące przekształceń pędu są prawdziwe, a które – fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. Gałęziaki i liście stanowią przykład organów analogicznych.	☐ prawda / ☐ fałsz
2. Gałęziaki i typowe łodygi mają wspólne pochodzenie.	☐ prawda / ☐ fałsz
3. Gałęziaki i liściaki to przykłady kseromorfizmu.	☐ prawda / ☐ fałsz

Informacje do zadań 39. i 40.

Kamuflaż jest jedną z interesujących strategii obronnych, które mogą występować u roślin i zwierząt. W przypadku roślin, kamuflaż może polegać na zmianie koloru liści w odpowiedzi na presję ze strony roślinożerców. Przykład takiej adaptacji dotyczy rośliny *Corydalis hemidicentra*, występującej w wysokogórskim, skalistym, środowisku Wyżyny Qinghai w Tybecie. Jej liście przyjmują szary kolor, co pozwala na lepsze ukrycie się w otoczeniu, ograniczając żerowanie przez gąsienice wyspecjalizowanych motyli z rodzaju *Parnassius*. Badania nad tym mechanizmem ujawniają zarówno biochemiczne, jak i genetyczne podstawy tej cechy, a także interakcje pomiędzy rośliną a jej roślinożernym antagonistą.



Rysunek 1. Wpływ morfotypu (zielonego i kamuflującego się) rośliny *Corydalis hemidicentra* na interakcje z motylem *Parnassius* sp., uszkodzenia jej liści oraz ekspresję genów i skład pigmentów w liściach. **(A)** Częstość odwiedzania rośliny przez motyla. **(B)** Wskaźnik składania jaj przez motyla w pobliżu rośliny. **(C)** Wskaźnik uszkodzeń liści oraz owocowania rośliny. **(D)** Badania asocjacyjne (GWAS) wariantów strukturalnych (SVs) i polimorfizmów pojedynczego nukleotydu (SNPs) w morfotypach zielonym i kamuflującym się ujawniły jeden obszar w genomie, który wykazuje silną zależność z różnicami w morfotypach (czerwona linia przerywana, skorygowana według Bonferroniego, $P = 0,01$). W tym obszarze o długości 10 kb znajduje się pięć powiązanych genów, których ekspresję w liściach zielonych i kamuflujących się przedstawia przegląd *loci* w przeglądarce genomowej. **(E)** Względna ekspresja genu *bHLH35*. **(F)** Stężenie antocyjanów w liściach rośliny. **(G)** Stężenie chlorofilu. **(H)** Stężenie karotenoidów. Istotne różnice pomiędzy morfotypami oznaczono symbolem ***, a nieistotne – symbolem NS.

H. Zhang i in., Genetic basis of camouflage in an alpine plant and its long-term co-evolution with an insect herbivore. *Nature Ecology and Evolution* 1-11, 2025.

39. Na podstawie przedstawionych wyników badań określ, które stwierdzenia dotyczące kamuflażu i jego wpływu na interakcje z roślinożercą są prawdziwe, a które – fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. Zawiązywanie owoców roślin o zielonych liściach było wyższe w obecności gąsienic.	☐ prawda / ☐ fałsz
2. Zwiększenie intensywności żerowania przez gąsienice prowadzi do wyższego współczynnika zawiązywania owoców.	☐ prawda / ☐ fałsz
3. Kamuflaż liści znacząco zmniejszał żerowanie gąsienic.	☐ prawda / ☐ fałsz
4. Gdyby koszt produkcji antocyjanów był znacznie wyższy, należałoby spodziewać się większego udziału morfotypu zielonego w stosunku do kamuflującego się, ponieważ zwiększałaby się jego konkurencyjność w porównaniu do morfotypu kamuflującego.	☐ prawda / ☐ fałsz

40. Określ, które stwierdzenia dotyczące genetyki kamuflażu u *C. hemidicentra* są prawdziwe, a które – fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. Ekspresja genu <i>bHLH35</i> była wyższa w roślinach z kamuflującymi liśćmi w porównaniu do roślin z liśćmi zielonymi.	☐ prawda / ☐ fałsz
2. Insercja transpozonu spowodowała całkowite wyłączenie ekspresji genu <i>bHLH35</i> u roślin z kamuflującymi liśćmi.	☐ prawda / ☐ fałsz
3. Ekspresja genu <i>bHLH35</i> była zróżnicowana w zależności od środowiska, a nie – od fenotypu liści.	☐ prawda / ☐ fałsz
4. Zaletą obecności allelu <i>bHLH35-ins</i> może być nie tylko mniejsza podatność na zgryzanie rośliny przez gąsienice, ale również ochrona przed stresem świetlnym.	☐ prawda / ☐ fałsz

BRUDNOPIS

W tym miejscu możesz robić pomocnicze notatki i wyliczenia.

Pamiętaj o zaznaczeniu prawidłowej odpowiedzi w arkuszu odpowiedzi.

Żadne notatki z brudnopisu nie będą oceniane przez Komisję Egzaminacyjną.

PESEL

Imię i nazwisko

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

--

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

.....
podpis zawodnika

Miejsce na odpowiedzi do zadań zamkniętych

1 ● (B) (C) (D)

2 (A) ● (C) (D)

3 (A) ● (C) (D)

4 (A) (B) (C) ● (E)

5 (A) (B) (C) ●

6 1 ● (F)
2 ● (F)
3 ● (F)
4 (P) ●

7 1 ● (N)
2 ● (N)

8 1 ● (F)
2 ● (F)
3 (P) ●

9 1 ● (F)
2 (P) ●
3 ● (F)

10 ● (1)
 (B) ●
 (3)

11 (A) ●
 ● (2)
 (3)

12 (A) (B) ● (D) (E)

13 ● (B) (C) (D)

14 1 ● (F)
2 ● (F)
3 (P) ●

15 1 ● (F)
2 ● (F)
3 ● (F)
4 (P) ●

16 ● (B) (C) (D) (E)

17 (A) (B) (C) ● (E)

18 (A) ● (C) (D) (E)

19 1 ● (F)
2 (P) ●
3 ● (F)
4 ● (F)

20 1 (A) (B) ● (D)
2 (A) ● (C) (D)

21 1 (P) ●
2 (P) ●
3 (P) ●
4 (P) ●

22 ● (1)
 (B) ●

23 1 ● (F)
2 ● (F)
3 ● (F)
4 ● (F)

24 (A) ● (C) (D)

25 ● (B) (C) (D)

26 1 (T) ●
2 (T) ●
3 ● (N)
4 ● (N)

27 1 (A) ●
2 (A) ●
3 ● (B)

28 1 (P) ●
2 ● (F)
3 (P) ●



Miejsce na odpowiedzi do zadań zamkniętych c.d.

29	1	☐ A	☐ B	☐ C	☒	☐ E
	2	☐ A	☒	☐ C	☐ D	☐ E
	3	☐ A	☐ B	☒	☐ D	☐ E
	4	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☒

36	1	☐ A	☐ B	☐ C	☒	☐ E
	2	☐ A	☐ B	☒	☐ D	☐ E
	3	☐ A	☐ B	☐ C	☐ D	☒
	4	☒	☐ B	☐ C	☐ D	☐ E

39	1	☐ P	☒
	2	☐ P	☒
	3	☒	☐ F
	4	☒	☐ F

30	1	☒	☐ B
	2	☒	☐ B
	3	☐ A	☒
	4	☐ A	☒
	5	☒	☐ B

37	1	☐ A	☒
	2	☐ A	☒
	3	☒	☐ B

40	1	☒	☐ F
	2	☐ P	☒
	3	☐ P	☒
	4	☒	☐ F

38	1	☒	☐ F
	2	☒	☐ F
	3	☒	☐ F

Miejsce na odpowiedzi do zadań otwartych

31	żebroplawy / Ctenophora
-----------	-------------------------

32	szkarłupnie / Echinodermata
-----------	-----------------------------

33	np. flądra, turbot, gładzica, narwał, żachwy, osłonice
-----------	--

34	wielbłądki / Raphidioptera
-----------	----------------------------

35	srebrnikowate / Proteaceae
-----------	----------------------------

Wypełnia
egzaminator

☐ 0	☐ 1
☐ 0	☐ 1
☐ 0	☐ 1
☐ 0	☐ 1
☐ 0	☐ 1

