

Ewolucja budowy nerek i dróg moczowo-płciowych kręgowców

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Film](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Ewolucja budowy nerek i dróg moczowo-płciowych kręgowców

W ciągu doby nerka zdrowego człowieka produkuje aż 150–170 l moczu pierwotnego. Oznacza to, że w tym czasie osocze krwi zostaje przefiltrowane więcej niż 30 razy. Zdrowe nerki są bardzo wydajnym filtrem i 99% składników moczu pierwotnego jest wchłaniane z powrotem do krwi. Ostatecznie organizm człowieka wydala ok. 1,5 l moczu dziennie.

Źródło: Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 4.0.

U kręgowców narządami wydalniczymi są nerki, które – w zależności od taksonu – charakteryzują się różnym stopniem rozwoju. Wytwarzany w nerkach mocz przedostaje się moczowodami do pęcherza moczowego, skąd cewką moczową wydalany jest na zewnątrz organizmu lub do kloaki. Jedynie u ptaków nie występuje pęcherz moczowy (moczowody prowadzą bezpośrednio do kloaki).

Twoje cele

- Przedstawisz grupy zwierząt, u których występują pranercza, oraz grupy zwierząt, u których występują nerki właściwe.
- Wyjaśnisz, u których grup kręgowców obecny jest pęcherz moczowy.
- Określisz, u których grup kręgowców obecna jest kloaka.

Przeczytaj

Układ moczowo-płciowy obejmuje układ moczowy (wydalniczy) oraz układ płciowy. Połączenie narządów moczowych i płciowych w jeden układ związane jest z ich wspólnym pochodzeniem: w okresie płodowym obydwa systemy rozwijają się ze wspólnego zawiązka. Funkcjonalnie i anatomicznie układy moczowy i płciowy są całkowicie niezależne, jednak u samców części kręgowców – m.in. u większości ssaków, w tym człowieka – **nasieniowody** mają ujście w cewce moczowej.

Układ moczowo-płciowy męski u człowieka.

Źródło: Przedmiotowy model 3D został opracowany przez Englishsquare.pl Sp. z o.o., w oparciu o materiał źródłowy zakupiony w ramach serwisu: www.turbosquid.com.

Jakiegolwiek dalsze użycie tego modelu 3D podlega wszelkim ograniczeniom opisanym w licencji opublikowanej na powołanej stronie internetowej, tylko do użytku edukacyjnego na zpe.gov.pl.

Układ moczowo-płciowy żeński u człowieka.

Źródło: Przedmiotowy model 3D został opracowany przez Englishsquare.pl Sp. z o.o., w oparciu o materiał źródłowy zakupiony w ramach serwisu: www.turbosquid.com.

2

Jakiegolwiek dalsze użycie tego modelu 3D podlega wszelkim ograniczeniom opisanym w licencji opublikowanej na powołanej stronie internetowej, tylko do użytku edukacyjnego na zpe.gov.pl.

Budowa układu moczowo-płciowego poszczególnych gatunków kręgowców jest odmienna, co wiąże się zazwyczaj ze środowiskiem, w jakim żyje dany organizm. U kręgowców wyróżnić można trzy rodzaje nerek o różnym stopniu skomplikowania budowy:

- **przednercza** występują w rozwoju zarodkowym **bezowodniowców**;
- **śródnercza** obserwuje się u dojrzałych bezowodniowców oraz w rozwoju zarodkowym **owodniowców**;
- **zanercza**, czyli nerki właściwe, obecne są u dorosłych owodniowców.

Ewolucja budowy nerki

Przednercze

Nerka w postaci przednercza występuje u **niektórych ryb, larw bezzuchwowców** oraz **płazów ogoniastych**. U pozostałych kręgowców przednercze obecne jest wyłącznie w **stadium embrionalnym** i zanika na wczesnych etapach życia zarodkowego.

W przednerczu **nefrony** z jednej strony kontaktują się z kłębuszkiem nerkowym, czyli kłębkem naczyń krwionośnych doprowadzających krew do nerki, a z drugiej strony otwierają się do jamy ciała orzęsionym lejkiem, wychytując szkodliwe lub zbędne produkty przemiany materii.

Śródnercze

Śródnercze (**pranercze**) występuje u **dorosłych bezzuchwowców, ryb** oraz **płazów**, a także u **zarodków gadów, ptaków i ssaków**. Rozwija się z **nefrotomów** w odcinku piersiowym i stopniowo rozrasta w kierunku lędźwiowym, jednocześnie zanikając od przodu.

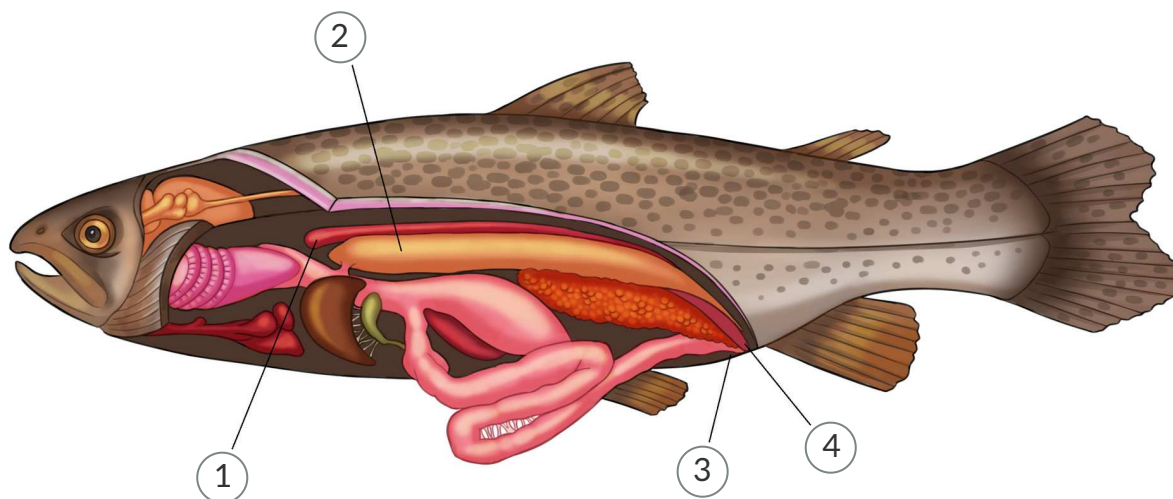
Ostatecznie pozostaje około szóstej części śródnercza, z czego fragment przedni przekształca się w głowę najądrza, a tylny – w końcowy narząd wydalniczy u ryb i płazów lub szczątkowe narządy płciowe (przyjadrze i przyjajnik) u owodniowców. Nefrony w śródnerczu składają się z ciała nerkowego i cewki nerkowej. W skład ciała nerkowego wchodzi torebka kłębuszka (torebka Bowmana), która otacza kłębuszek.

Zanercze

Zanercze, czyli **nerka właściwa** (ostateczna), to narząd wydalniczy **dorosłych gadów, ptaków i ssaków**. Ma własny, całkowicie odrębny przewód wyprowadzający mocz – moczowód wtórny. Nefrony składają się z ciała nerkowego i cewki nerkowej. Powstający w nefronach mocz spływa do kielichów nerkowych, a następnie do przechodzącej w moczowód miedniczki nerkowej.

Budowa układu wydalniczego u kręgowców

U większości gatunków ryb narządami wydalniczymi są parzyste **śródnercza**. Zbudowane są one z orzęsionych lejków (zbierających produkty przemiany materii bezpośrednio z jamy ciała) oraz ciałek nerkowych z kłębuszkiem naczyń włosowatych (zbierających produkty przemiany materii z krwi).



1

Nerka

2

Pęcherz pławny

3

Odbyt

4

Pęcherz moczowy

Wybrane elementy budowy ryby.

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Mocz wytwarzany w śródnerczach przedostaje się do moczowodów, a następnie zbierany jest w pęcherzu moczowym. Ryby chrzęstnoszkieletowe wydalają mocz

poprzez **kloakę**, natomiast kostnoszkieletowe – poprzez niezależny otwór zlokalizowany za otworem odbytowym. Głównym produktem przemiany materii u ryb jest **amoniak**.

Płazy

Gady

Ptaki

Ssaki

Ewolucja dróg moczowo-płciowych

Jednocześnie ze śródnerczem rozwijają się zróżnicowane drogi wyprowadzające mocz, w zależności od płci. U samców bezowodniowców – z wyjątkiem ryb kostnoszkieletowych – funkcję zarówno moczowodu, jak i nasieniowodu pełni **przewód Wolffa** (moczowód pierwotny). U samic kanał ten służy jedynie do wyprowadzania moczu, natomiast w jajowód przekształca się przewód Müllera.

Wraz z rozwojem zanercza zarówno u samic, jak i samców wykształca się moczowód wtórny. Tworzy on całkowicie odrębne połączenie między miedniczką nerkową a pęcherzem moczowym (u torbaczy i łożyskowców) lub kloaką (u płazów, gadów, ptaków i stekowców). U samców owodniowców przewody Wolffa tworzą nasieniowody i najądrze. U samic kanały te ulegają redukcji, a zawiązkami żeńskich dróg płciowych są **przewody Müllera**. U dorosłych płazów, gadów i ptaków powstają z niego jajowody. U ssaków części środkowe tych przewodów łączą się w zawiązek macicy, natomiast końcowe zespala się i tworzą górną część pochwy (u torbaczy całe drogi płciowe samic są parzyste: składają się z dwóch jajowodów i dwóch macic połączonych z dwiema pochwami uchodzącymi do kloaki).

Słownik

beowodniowce

grupa kręgowców, które w rozwoju embrionalnym nie wytwarzają błon płodowych; należą do nich beczaszkowce, bezzuchwowce, ryby i płazy

kloaka

końcowa, rozszerzona część jelita grubego występująca u większości kręgowców

mocz pierwotny

mocz powstający w procesie filtracji osocza w ciałku nerkowym

mocz ostateczny

mocz powstający z moczu pierwotnego w wyniku procesu resorpcji w kanalikach nerkowych

nasieniowody (przewody nasienne)

przewody służące do wyprowadzania plemników z jąder

nefron

jednostka strukturalna i czynnościowa nerki; jest ślepo zakończonym kanalikiem zbudowanym z komórek nabłonkowych; składa się z ciałka nerkowego oraz kanalika nerkowego, w którym wyróżnia się zróżnicowane morfologicznie i czynnościowo odcinki: kanalik I rzędu (proksymalny), pętlę nefronu (pętlę Henlego) oraz kanalik II rzędu (dystalny)

nefrotom

mezoderma pośrodkowa kręgowców, różnicująca się w stadium neurulacji i we wczesnej organogenezie na przednercze, śródnercze i zanercze; dalsze różnicowanie nefrotomów w nerkę przebiega w sposób specyficzny dla poszczególnych grup systematycznych kręgowców i płci osobników

owodniowce

grupa kręgowców, które w rozwoju embrionalnym wytwarzają błony płodowe; należą do nich gady, ptaki i ssaki

pętla Henlego

odcinek kanalika nerkowego obejmujący końcowy fragment części bliższej kanalika nerkowego, nazywany częścią zstępującą, który przebiega w kierunku dośrodkowym w rdzeniu nerki i po zawróceniu o 180° przechodzi w część wstępującą, stanowiącą początkowy odcinek części dalszej kanalika nerkowego; jest miejscem intensywnych procesów resorpcji i sekrecji składników moczu u ssaków

przednercze

najstarsze ewolucyjnie pokolenie narządu wydalniczego kręgowców; funkcjonuje u larw minogów i płazów oraz u niektórych ryb, u pozostałych zanika na wczesnych etapach życia zarodkowego; jest zbudowane z ułożonych metamerycznie kanalików, rozpoczynających się urzęsionymi lejkami, otwartymi do jamy ciała

przewód Müllera

parzysty przewód wykształcający się w czasie rozwoju nerki kręgowców; powstaje jako przewód zachowujący związek z przednerczem, rozwijający się z nabłonka mezodermalnego i biegnący równolegle obok przewodu śródnercza; jest zawiązkiem żeńskich dróg płciowych; u samców ulega uwstecznieniu; u ssaków z ich pozostałości

tworzą się narządy dodatkowe: przyczepek jądra, przyczepek najądrza i łagiewka sterczowa

przewód Wolffa

przewód śródnercza; pierwotny moczowód; parzysty przewód wykształcający się w czasie rozwoju nerki kręgowców; tworzy przewód wyprowadzający śródnercza (pranercza); u niższych kręgowców pełni funkcję moczowodu (u samców także nasieniowodu); u samic wyższych kręgowców zanika (pozostałości tworzą nadjajnik i przyjajnik), natomiast u samców przekształca się w nasieniowód; u ssaków występuje w trakcie rozwoju embrionalnego, przekształca się następnie w najądrza, powróżek nasienny i pęcherzyki nasienne

resorpcja

proces wchłaniania wody i związków chemicznych z moczu pierwotnego

śródnercze

narząd wydalniczy kręgowców; drugie po przednerczu pokolenie nerek; u ryb i płazów funkcjonuje przez całe życie, u pozostałych grup systematycznych w większości zanika, najczęściej w okresie życia zarodkowego; ma postać parzystych ciał położonych pod kręgosłupem, zbudowanych z nefronów

zanercze

nerka właściwa; parzysty narząd wydalniczy kręgowców; występuje u dorosłych gadów, ptaków i ssaków (poprzednie typy nerek są u nich obecne tylko w rozwoju zarodkowym)

Film



Film dostępny pod adresem </preview/resource/R1lwppGxLZ2yu>

Ewolucja budowy nerek i dróg moczowo-płciowych kręgowców.

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Film pod tytułem: "Ewolucja budowy nerek i dróg moczowo-płciowych kręgowców".

Polecenie 1

Zapoznaj się z filmem i określ, u których grup kręgowców obecny jest pęcherz moczowy.

Z czym związany jest jego brak u ptaków?

Polecenie 2

Na podstawie filmu wymień dwie cechy różniące pranercza, śródnercza i zanercza.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Dopasuj rodzaje nerek do odpowiednich stwierdzeń.

Przednercza

Występują u dojrzałych bezowodniowców i w rozwoju zarodkowym owodniowców.

Śródnercza

Występują u dorosłych owodniowców.

Zanercza

Występują w rozwoju zarodkowym bezowodniowców.

Ćwiczenie 2



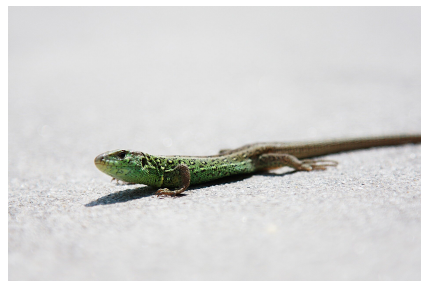
Do przedstawicieli trzech gatunków gadów dopasuj odpowiedni związek wydalany przez ich nerki.



Amoniak



Kwas moczowy



Mocznik i amoniak

Źródło: Pixabay, domena publiczna.

Ćwiczenie 3



Oceń i zaznacz, czy podane stwierdzenia są prawdziwe czy fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda	Fałsz
Charakterystyczną cechą budowy układu moczowego ptaków jest brak pęcherza moczowego oraz cewki moczowej.	☐	☐
Ryby nie prowadzą oszczędnej gospodarki wodnej, a ich głównym produktem przemiany materii jest kwas moczowy.	☐	☐
Jednostką strukturalną i czynnościową nerek jest nefron, rozpoczynający się ciałkiem nerkowym.	☐	☐

Ćwiczenie 4



Uzupełnij poniższy tekst, tak aby przedstawiał prawdziwe informacje. W każdym zdaniu wybierz właściwe sformułowanie.

Pranercza zbudowane są z orzęsionych lejków zbierających produkty przemiany materii z

jamy ciała ☐ krwi ☐ oraz z ciałek nerkowych, które zbierają produkty przemiany materii z jamy ciała ☐ krwi ☐ . U ryb chrzęstnoszkieletowych ☐

kostnoszkieletowych ☐ mocz wydalany jest przez kloakę, a u ryb

chrzęstnoszkieletowych ☐ kostnoszkieletowych ☐ przez niezależny otwór

zlokalizowany za otworem odbytowym. W budowie nerek właściwych obserwuje się jedynie

urzęsione lejki ☐ ciałka nerkowe ☐ . W ciałku nerkowym produkowany jest mocz

pierwotny ☐ ostateczny ☐ , natomiast w obrębie kanalik nerkowego powstaje mocz

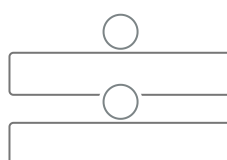
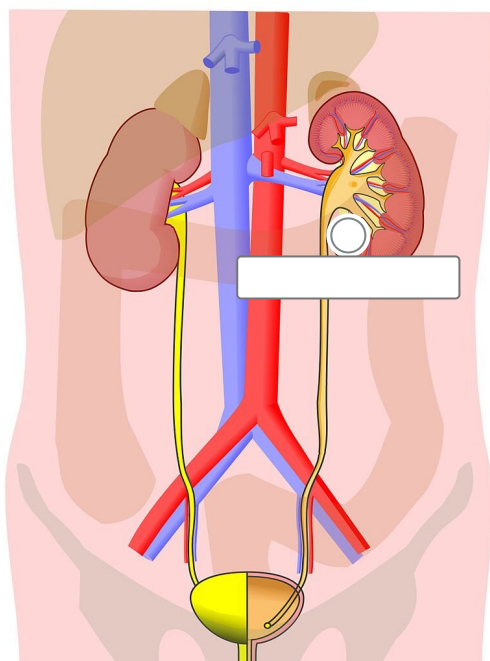
pierwotny ☐ ostateczny ☐ . Większość gadów prowadzi oszczędną gospodarkę

wodną, a ich mocz jest bardzo ☐ umiarkowanie ☐ zagęszczony.

Ćwiczenie 5



Podpisz elementy układu moczowego, w którym występują nerki właściwe. Wybierz odpowiednie nazwy spośród podanych.



Pęcherz moczowy

Cewka moczowa

Nerka

Miedniczka nerkowa

Moczowód

Źródło: Andrewmeyerson, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 6



Przyporządkuj podane grupy zwierząt do tych, u których występują śródnercza, oraz do tych, u których występują nerki właściwe.

Grupy zwierząt, u których występują śródnercza

ssaki

gady

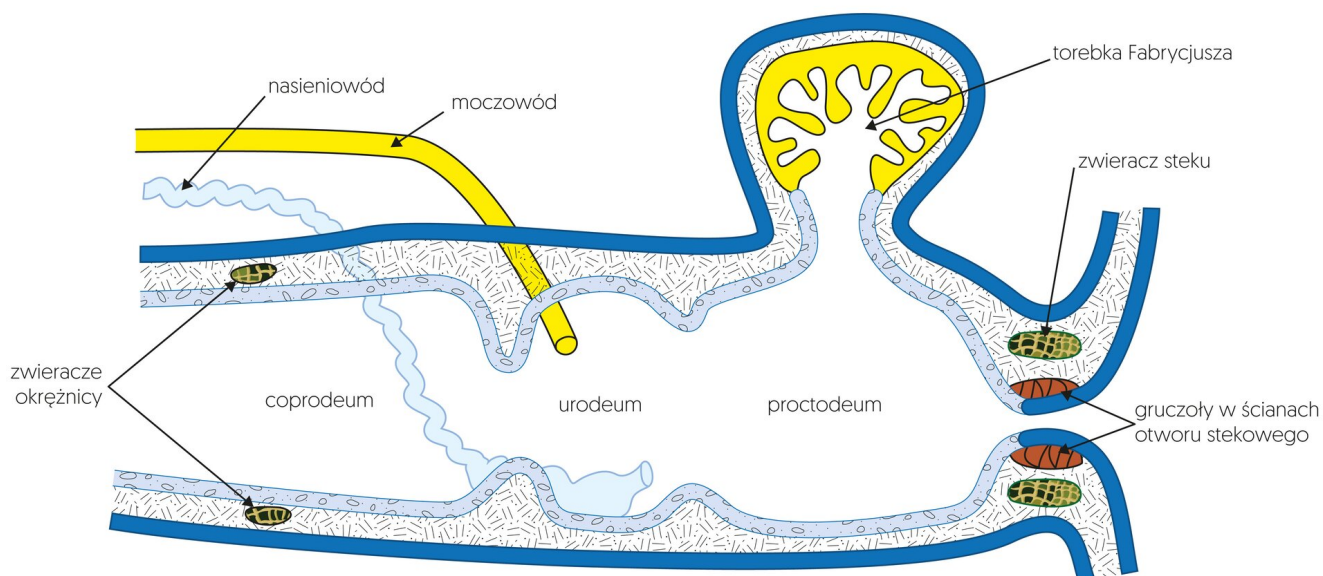
ryby

płazy

ptaki

Grupy zwierząt, u których występują nerki właściwe

Ćwiczenie 7



Źródło: Cz ja, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 4.0.

Nazwij strukturę anatomiczną przedstawioną na powyższym schemacie. Wymień trzy grupy kręgowców, u których jest ona obecna.

Ćwiczenie 8



Zwierzęta urykoteliczne to takie, które w wyniku procesów metabolicznych wydalają większość azotu w postaci kwasu moczowego. Kwas moczowy to związek o niskiej toksyczności i już w niewielkim stężeniu wytrąca się z roztworu w postaci kryształów. Zwierzęta urykoteliczne często zamieszkują pustynie i półpustynie. Natomiast kręgowce wydalające większość azotu w postaci amoniaku to zwierzęta amonioteliczne. Amoniak jest związkiem silnie toksycznym, a przy wydalaniu musi być mocno rozcieńczony – w związku z tym zwierzęta amonioteliczne to zwierzęta wodne.

Wykaż, w jaki sposób rodzaj wydalanego związku wiąże się ze środowiskiem życia zwierząt.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Ewolucja budowy nerek i dróg moczowo-płciowych kręgowców

Grupa docelowa: uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XI. Funkcjonowanie zwierząt.

2. Porównanie poszczególnych czynności życiowych zwierząt, z uwzględnieniem struktur odpowiedzialnych za ich przeprowadzanie.

4) Wydalanie i osmoregulacja. Uczeń:

d) przedstawia układy wydalnicze zwierząt i określa tendencje ewolucyjne w budowie kanalików wydalniczych,

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii.

Cele operacyjne (językiem ucznia):

- Przedstawisz grupy zwierząt, u których występują prątnice, oraz grupy zwierząt, u których występują nerki właściwe.
- Wyjaśnisz, u których grup kręgowców obecny jest pęcherz moczowy.
- Określisz, u których grup kręgowców obecna jest kloaka.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- praca z filmem;
- mapa myśli;
- gwiazda pytań.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca w grupach;
- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda;
- telefony z dostępem do internetu.

Przed lekcją:

1. Uczniowie zapoznają się z treścią w sekcji „Przeczytaj”.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla na tablicy temat lekcji oraz cele zajęć, omawiając lub ustalając razem z uczniami kryteria sukcesu.
2. **Wprowadzenie do tematu.** Nauczyciel prosi, by uczniowie w parach opracowali mapy myśli związane z tematem. Wybrane pary przedstawiają swoje propozycje, ochotnik zapisuje je na tablicy. Pozostali uczniowie odnoszą się do odnotowanych sugestii, uzupełniając je o swoje pomysły.

Faza realizacyjna:

1. **Praca z multimedium („Film”).** Nauczyciel wyświetla na tablicy interaktywnej lub za pomocą rzutnika film zawarty w e-materiale. Po zapoznaniu się z multimedium uczniowie, pracując w parach, określają, u których grup kręgowców obecne są: pęcherz moczowy (polecenie nr 1) oraz kloaka (polecenie nr 2). Następnie dzielą się swoimi odpowiedziami na forum klasy.
2. **Gwiazda pytań.** Nauczyciel dzieli klasę na trzy grupy. Każdy zespół otrzymuje arkusz papieru A3 z ilustracją gwiazdy. Zadaniem uczniów jest umieszczenie na ramionach gwiazdy pięciu pytań dotyczących tematu lekcji. Każdy zespół po napisaniu pytań

przekazuje gwiazdę innej grupie, zgodnie z kierunkiem wskazówek zegara. Teraz zadaniem uczniów jest udzielenie odpowiedzi na zadane pytania na podstawie wiadomości znajdujących się w e-materiale.

Uczniowie swoje odpowiedzi zapisują na otrzymanym arkuszu papieru A3. Po upływie wyznaczonego czasu grupy prezentują swoje gwiazdy. Nauczyciel w razie potrzeby uzupełnia informacje, wyjaśnia wątpliwości.

3. Utrwalenie wiedzy i umiejętności. Nauczyciel przechodzi do sekcji „Sprawdź się”.

Uczniowie wykonują indywidualnie ćwiczenie interaktywne nr 6 (w którym mają za zadanie przyporządkować podane grupy zwierząt do tych, u których występują pranercza, oraz do tych, u których występują nerki właściwe), a następnie porównują swoje odpowiedzi z kolegą lub koleżanką. Wybrane osoby przedstawiają swoją odpowiedź na forum klasy.

4. Uczniowie wykonują w parach ćwiczenie nr 8 (w którym mają za zadanie wykazać, w jaki sposób rodzaj wydalanego związku wiąże się ze środowiskiem życia zwierząt), wyświetlone przez nauczyciela na tablicy. Podczas wspólnych dyskusji rozwiązują zadanie, następnie łączą się z inną parą i kontynuują swoją dyskusję, uzasadniając swój wybór.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie rozwiązują ćwiczenie nr 3 (typu „prawda/fałsz”) z sekcji „Sprawdź się”. Następnie przygotowują podobne zadanie dla osoby z pary: tworzą trzy prawdziwe lub fałszywe zdania dotyczące tematu lekcji. Uczniowie wykonują ćwiczenie otrzymane od kolegi lub koleżanki.
2. Nauczyciel wyświetla treści zawarte w sekcji „Wprowadzenie” i na ich podstawie dokonuje podsumowania najważniejszych informacji przedstawionych na lekcji. Wyjaśnia także wątpliwości uczniów.

Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenia nr 4 i 5 oraz 7 z sekcji „Sprawdź się”.

Materiały pomocnicze:

- Jane B. Reece i in., „Biologia Campbella”, tłum. K. Stobrawa i in., Dom Wydawniczy REBIS, Poznań 2021.
- „Encyklopedia szkolna. Biologia”, red. Marta Stęplewska, Robert Mitoraj, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2006.

Dodatkowe wskazówki metodyczne:

- Uczniowie mogą przed lekcją zapoznać się z multimediami zamieszczonym w sekcji „Film”, aby przygotować się do późniejszej pracy na zajęciach.