

Warunki wymiany gazowej w wodzie i powietrzu

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



Warunki wymiany gazowej w wodzie i powietrzu

W porównaniu ze środowiskiem lądowym w wodzie panują o wiele trudniejsze warunki do wymiany gazowej – znajduje się w niej kilkakrotnie mniej tlenu niż w powietrzu atmosferycznym.

Źródło: Pixabay, domena publiczna.

Środowiska wodne i lądowe stwarzają odmienne warunki do wymiany gazowej. Najkorzystniej wymiana gazowa przez błony zachodzi wówczas, gdy różnica ciśnień gazów po obu stronach błony jest największa, a powierzchnia wymiany gazowej – najcieńsza. Zawartość tlenu w powietrzu wynosi 21%, co oznacza, że narządy wymiany gazowej zwierząt lądowych mogą ze 100 ml powietrza pobrać do 21 ml tlenu. W wodzie ilość tlenu (oraz jego dostępność) zależy od wielu dodatkowych czynników zewnętrznych i rzadko przekracza 1 ml na 100 ml wody.

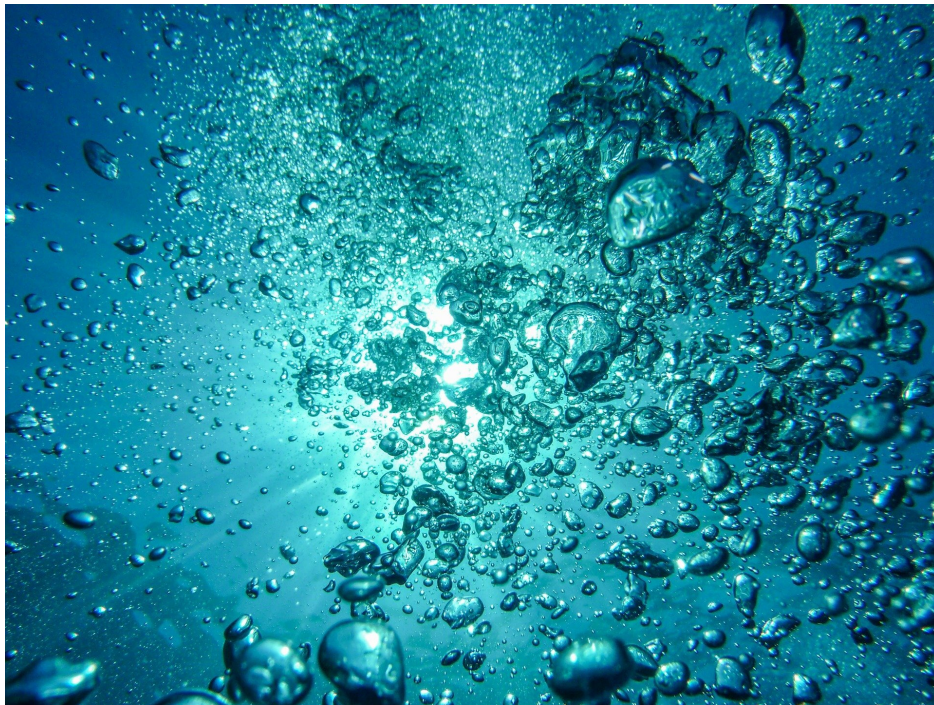
Twoje cele

- Scharakteryzujesz warunki wymiany gazowej w wodzie i w powietrzu.
- Porównasz warunki wymiany gazowej panujące w środowiskach wodnym i lądowym.
- Wykażesz wpływ różnych czynników na ilość i dostępność tlenu w środowisku wodnym i lądowym.

Przeczytaj

Środowisko wymiany gazowej

Warunki [wymiany gazowej](#) zależą od środowiska oddechowego: powietrza lub wody. Główne gazy uczestniczące w wymianie to tlen i dwutlenek węgla. Tlen w powietrzu występuje w postaci gazowej, a w wodzie – w rozpuszczonej. Dwutlenek węgla w powietrzu również ma postać gazową, natomiast w wodzie znajduje się w postaci jonu wodorowęglanowego.



Woda to trudne środowisko wymiany gazowej. Ilość rozpuszczonego w niej tlenu jest nie tylko mniejsza niż w powietrzu, ale też zmienna. Wymiana gazowa zależy od wielu czynników zewnętrznych, a właściwości fizykochemiczne wody (gęstość, lepkość) sprawiają, że tlen jest mniej dostępny i trudniejszy do wykorzystania przez organizmy wodne.

Źródło: Pixabay, domena publiczna.

Czynnikiem, który w największym stopniu wpływa na zawartość tlenu w wodzie, jest przenikanie tego pierwiastka z powietrza atmosferycznego oraz występowanie

roślinności wodnej, wytwarzającej tlen w procesie fotosyntezy. Cząsteczki tlenu z powietrza atmosferycznego przechodzą przez powierzchnię wody i rozpuszczają się w niej, dlatego w warstwie powierzchniowej jest dużo więcej tlenu niż w warstwach położonych głębiej.

W głębsze warstwy zbiorników wodnych opada woda bogata w dwutlenek węgla. Jest on rozpuszczalny w wodzie i tworzy z nią kwas węglowy, który dysocjuje częściowo bądź całkowicie, tworząc jon wodorowęglanowy (HCO_3^-) lub węglanowy (CO_3^{2-}).

W powietrzu dwutlenek węgla występuje w śladowych ilościach (ok. 0,04%). Jest źródłem węgla w procesie fotosyntezy. Jego stężenie zmienia się sezonowo oraz w zależności od szerokości geograficznej. Zmiany stężenia w pobliżu powierzchni ziemi mają także charakter lokalny.

Warunki wymiany gazowej

Poniższa tabela przedstawia porównanie warunków wymiany gazowej w powietrzu i wodzie.

Czynnik środowiska	Powietrze	Woda
ilość tlenu (odpowiednio w litrze powietrza i wody)	21%	ok. 0,5–1%; zależy od temperatury wody, głębokości, zasolenia, obecności organizmów roślinnych i zwierzęcych, ilości materii organicznej
ilość dwutlenku węgla	0,03%	zmienna; zależy od głębokości, temperatury, obecności roślin i zwierząt

Czynnik środowiska	Powietrze	Woda
gęstość	mała	duża; 775 razy większa niż gęstość powietrza
szybkość dyfuzji gazów oddechowych	duża; 10 tys. razy szybsza niż w wodzie	mała
kontakt powierzchni wymiany gazowej ze środowiskiem	głównie poprzez drogi oddechowe	bezpośredni
wahania temperatury	duże; dobowe i sezonowe	małe; roczne, sezonowe i dobowe

Woda

Rozpuszczalność tlenu w wodzie maleje wraz ze wzrostem temperatury wody i stopnia zasolenia oraz ze spadkiem ciśnienia. Rozpuszczalność dwutlenku węgla w wodzie maleje wraz ze wzrostem temperatury.



Wody płynące wchłaniają więcej tlenu niż wody stojące.

Źródło: Pixabay, licencja: CC BY-SA 3.0.

Większa gęstość i większa lepkość wody powodują, że [dyfuzja](#) tlenu zachodzi wolniej. Dodatkowo na zawartość tlenu w wodzie mają wpływ:

- szybkość przepływu wody (im większa, tym większe napowietrzenie);
- intensywność metaboliczna organizmów;
- zanieczyszczenia oraz ilość materii organicznej zgromadzonej na dnie zbiornika wodnego.

Wszystkie te czynniki sprawiły, że zwierzęta wodne wykształciły takie powierzchnie wymiany gazowej, które umożliwiają sprawne pobieranie tlenu i usuwanie z organizmu dwutlenku węgla mimo trudności, jakie stwarza woda jako środowisko oddechowe.

Więcej na temat wymiany gazowej u tych organizmów znajdziesz

w e-materiałach: [Narządy wymiany gazowej u wodnych bezkręgowców](#) oraz [Mechanizm wymiany gazowej w skrzelach ryb](#).

Powietrze stanowi dogodne środowisko wymiany gazowej. Duża i stała zawartość tlenu, niska zawartość procentowa dwutlenku węgla, mała gęstość i lepkość pozwalają na swobodną wymianę gazów oddechowych. Problem stanowi jedynie wysychanie powierzchni oddechowych.

Słownik

dyfuzja

samorzutne, nieodwracalne mieszanie się cząsteczek lub jonów w wyniku ich chaotycznych ruchów; zachodzi zgodnie z różnicą stężeń – ze środowiska o większym stężeniu do środowiska o mniejszym stężeniu, aż do uzyskania stanu równowagi

wymiana gazowa

proces wymiany gazów oddechowych (tlenu i dwutlenku węgla) pomiędzy organizmem a otoczeniem oraz między płynami ustrojowymi a komórkami ciała; oparta na zjawisku dyfuzji – zgodnie z różnicą ciśnień parcyjnych

Grafika interaktywna



1

Rośliny podwodne

W ciągu dnia rośliny podwodne zużywają dwutlenek węgla oraz dostarczają tlen w procesie fotosyntezy, który jest wykorzystywany w procesie oddychania przez całą dobę.

2

Zwierzęta pływające

Duża aktywność życiowa (metaboliczna) zwierząt zmniejsza ilość tlenu oraz zwiększa ilość dwutlenku węgla w wodzie.

3

Dno zbiornika

Duże ilości tlenu zużywane są w procesach rozkładu materii zgromadzonej na dnie zbiorników wodnych.

4

Toń wodna

W wodach stojących ilość tlenu i dwutlenku węgla zależy od głębokości, natomiast w rzekach gazy te są na ogół rozłożone równomiernie. Im większa prędkość przepływu wody, tym większe napowietrzenie.

5

Powietrze

- 21% tlenu
- 0,04% dwutlenku węgla
- Rzadsze i mniej lepkie środowisko powoduje, że dyfuzja gazów zachodzi 10 tys. razy szybciej niż w wodzie.
- Ilość tlenu w powietrzu maleje wraz ze wzrostem wysokości nad poziomem morza, natomiast stężenie dwutlenku węgla zmienia się sezonowo oraz zależy od szerokości geograficznej.

6

Woda

- Większa gęstość (775 razy większa niż powietrza) i lepkość wody powodują wolniejszą dyfuzję gazów oddechowych.
- Niska zawartość tlenu i dwutlenku węgla spowodowana jest ich słabą rozpuszczalnością w wodzie.
- Wody słodkie zawierają więcej tlenu niż zbiorniki słone.
- Ilość tlenu oraz dwutlenku węgla maleje wraz ze wzrostem temperatury.

Warunki wymiany gazowej w wodzie i powietrzu.

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

Polecenie 1

Porównaj warunki wymiany gazowej w wodzie i na lądzie, uwzględniając gęstość środowiska.

Polecenie 2

Wyjaśnij, dlaczego w jeziorze jest mniej tlenu niż w górskim potoku. Zwróć uwagę na prędkość przepływu wody.

Polecenie 3

Wyjaśnij, jaki wpływ na zawartość tlenu i dwutlenku węgla w wodzie mają żyjące w niej rośliny i zwierzęta. Zwróć uwagę na procesy metaboliczne przeprowadzane przez te organizmy.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Zaznacz prawidłowe sformułowania, tak aby zdanie przedstawiało prawdziwe informacje.

Zawartość tlenu w wodzie jest ☐ wysoka ☐ niska ☐ z powodu

☐ słabej rozpuszczalności gazu ☐

☐ dużo mniejszej lepkości środowiska ☐

☐ małych wahań temperatury w ciągu roku ☐ .

Ćwiczenie 2



Uzupełnij luki w tekście poprawnymi wyrażeniami.

W porównaniu z wodą powietrze jest dużo gęste, dlatego tlen
dyfunduje przez powierzchnię wymiany gazowej. Oddychanie jest łatwiejsze.

łatwo

na lądzie

w wodzie

mniej

bardziej

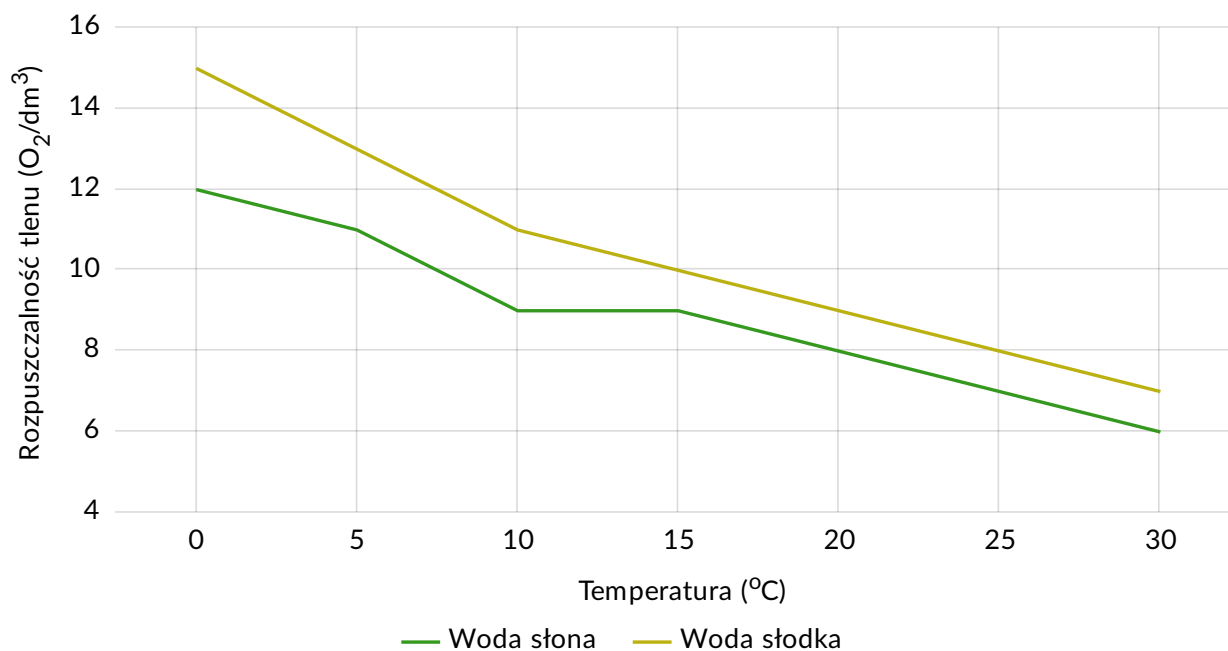
trudno

Ćwiczenie 3



Oceń, czy podane stwierdzenia są prawdziwe czy fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda	Fałsz
Organizmy oddychające tlenem atmosferycznym mają dostęp do stałej ilości tlenu zawartego w powietrzu.	☐	☐
W powierzchniowej warstwie wody oraz w miejscach, gdzie żyją rośliny, tlenu w wodzie jest najwięcej.	☐	☐
Stężenie dwutlenku węgla w powietrzu zależne jest od szerokości geograficznej.	☐	☐
Gazy oddechowe w wodzie szybciej dyfundują przez powierzchnię ciała niż na lądzie.	☐	☐



Na wykresie przedstawiono zależność rozpuszczalności tlenu od temperatury w wodzie słodkiej oraz w wodzie słonej.

Na podstawie analizy wykresu zaznacz poniżej prawdziwe stwierdzenia.

- ☐ Rozpuszczalność tlenu zależy od rodzaju zbiornika wodnego.
- ☐ Ilość tlenu w wodach słodkich i słonych rośnie wraz z temperaturą wody w zbiorniku.
- ☐ Na ilość tlenu w wodzie wpływa temperatura i zasolenie wody.
- ☐ Ilość tlenu w wodzie zasolonej jest mniejsza niż w wodzie słodkiej.

Ćwiczenie 5



Spośród podanych czynników wskaż te, które sprawiły, że takie organizmy jak ryby czy raki wykształciły powierzchnie oddechowe umożliwiające sprawną wymianę gazową.

- ☐ Duża lepkość środowiska wodnego
- ☐ Podwyższona zawartość dwutlenku węgla
- ☐ Spadek temperatury
- ☐ Duża gęstość wody
- ☐ Obniżona zawartość tlenu

Ćwiczenie 6



W tabeli przedstawiono rozpuszczalność gazów oddechowych w wodzie (temperatura 15°C, ciśnienie gazu 1 atm).

Rodzaj gazu oddechowego	Ilość gazu w wodzie (ml gazu/1 l wody)
Tlen	34,1
Azot	16,9
Dwutlenek węgla	1019

Na podstawie analizy danych przedstawionych w tabeli wyjaśnij, czym jest spowodowana niska zawartość tlenu w wodzie.

Ćwiczenie 7



Ilość tlenu niezbędna do życia zwierząt wodnych wynosi ok. 5 mg O₂/dm³.

Wyjaśnij, jak na zawartość tlenu w wodzie może wpłynąć duża ilość materii organicznej gromadzącej się w osadach dennych.

Ćwiczenie 8



W porównaniu z powietrzem gęstość wody jest ok. 775 razy większa, a jej lepkość w temperaturze 20°C – ok. 50 razy większa.

Wyjaśnij, na czym polega adaptacja aktywnych zwierząt wodnych do sprawnej wymiany gazowej.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Warunki wymiany gazowej w wodzie i powietrzu

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.

3) Wymiana gazowa i krążenie. Uczeń:

a) przedstawia warunki umożliwiające i ułatwiające dyfuzję gazów przez powierzchnie wymiany gazowej,

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):

- Scharakteryzujesz warunki wymiany gazowej w wodzie i w powietrzu.
- Porównasz warunki wymiany gazowej panujące w środowiskach wodnym i lądowym.
- Wykażesz wpływ różnych czynników na ilość i dostępność tlenu w środowisku wodnym i lądowym.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- mapa pojęć;
- ćwiczenia interaktywne;
- analiza grafiki interaktywnej;
- odwrócona klasa;
- metoda kuli śniegowej;
- gra dydaktyczna.

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;
- arkusze papieru, flamastry.

Przed lekcją:

1. **Przygotowanie do zajęć.** Nauczyciel loguje się na platformie i udostępnia uczniom e-materiał „Warunki wymiany gazowej w wodzie i powietrzu”. Prosi uczestników zajęć o zapoznanie się z tekstem w sekcji „Przeczytaj” i multimedium w sekcji „Grafika interaktywna”, tak aby podczas lekcji mogli w niej aktywnie uczestniczyć i rozwiązywać zadania.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla na tablicy temat lekcji oraz cele zajęć, omawiając lub ustalając razem z uczniami kryteria sukcesu.
2. **Raport z przygotowań.** Nauczyciel, przy użyciu dostępnego w panelu użytkownika raportu, weryfikuje przygotowanie uczniów do lekcji: sprawdza, którzy uczestnicy zajęć zapoznali się z udostępnionym e-materiałem. Uczniowie próbują intuicyjnie zadać pytania, na które odpowiedzą w trakcie lekcji, i zapisują je na tablicy.

Faza realizacyjna:

1. **Mapa pojęć.** Uczniowie, pracując w parach, tworzą mapy pojęć związane z różnymi warunkami wymiany gazowej na lądzie i w wodzie, na podstawie treści z sekcji „Przeczytaj”.
2. **Kula śniegowa.** Nauczyciel informuje uczniów, że będą opracowywać odpowiedzi na polecenia do grafiki interaktywnej metodą kuli śniegowej (1 – „Porównaj warunki wymiany gazowej w wodzie i na lądzie”; 2 – „Wyjaśnij, dlaczego

w jeziorze jest mniej tlenu niż w górskim potoku”; 3 – „Wyjaśnij, jaki wpływ na zawartość tlenu i dwutlenku węgla w wodzie mają żyjące w niej rośliny i zwierzęta”). Objasnia wspomnianą wyżej metodę i wynikające z niej kolejne etapy pracy:

- 1) najpierw uczniowie będą indywidualnie opracowywać odpowiedzi na polecenia;
- 2) potem połączą się w pary i porównają swoje propozycje, a na osobnej kartce zapiszą wspólne odpowiedzi;
- 3) kolejnym krokiem będzie połączenie się par w czwórki, które – jak poprzednio – skonfrontują swoje odpowiedzi;
- 4) uczniowie utworzą 8-osobowe zespoły i znów porównają swoje propozycje;
- 5) przedstawiciele poszczególnych zespołów 8-osobowych zaprezentują na forum klasy uzgodnione w grupie odpowiedzi.

3. **Utrwalanie wiedzy i umiejętności.** Nauczyciel wyświetla treść ćwiczenia nr 7 („Wyjaśnij, jak na zawartość tlenu w wodzie może wpłynąć duża ilość materii organicznej gromadzącej się w osadach dennych”) oraz ćwiczenia nr 8 („Wyjaśnij, na czym polega adaptacja aktywnych zwierząt wodnych do sprawnej wymiany gazowej”) z sekcji „Sprawdź się”. Uczniowie rozwiązują je wspólnie na forum klasy.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie na podstawie przeczytanego tekstu oraz informacji zawartych w medium w sekcji „Grafika interaktywna” układają pytania do quizu dla innych par. Nauczyciel wraz z uczniami określa zasady rywalizacji i punktowania dobrych odpowiedzi (np. gra na czas lub na liczbę poprawnych odpowiedzi). Przeprowadzenie gry w klasie. Nauczyciel lub wybrany uczeń dba o prawidłowy przebieg quizu zgodnie z wcześniejszymi ustaleniami. Nauczyciel ogłasza zwycięską parę.
2. Nauczyciel odczytuje pytania zapisane na tablicy na początku lekcji i prosi uczniów o udzielenie na nie odpowiedzi.

Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenia od 1 do 6 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:

- Treści w sekcji „Grafika interaktywna” można wykorzystać na lekcji jako podsumowanie i utrwalenie wiedzy uczniów.