

Półprzepuszczalność błon komórkowych

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Animacja
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela

- Dla nauczyciela



Półprzepuszczalność błon komórkowych

Przez błonę komórkową mogą przenikać swobodnie tylko małe niepolarne cząsteczki, np. tlenu, z kolei te polarne, jak cząsteczki wody – tylko w ograniczonym stopniu. Transport jonów oraz dużych cząsteczek polarnych odbywa się dzięki odpowiednim białkom błonowym.

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

Podstawową jednostką strukturalną i czynnościową każdego organizmu jest komórka. Choć jej wnętrze oddzielone jest od środowiska zewnętrznego fizyczną barierą, zwaną błoną komórkową, nie jest ona układem w pełni izolowanym od wpływów otoczenia. Dzięki wyjątkowym właściwościom błony komórkowej, komórka może wymieniać materię i energię ze środowiskiem, w którym żyje, co ma kluczowe znaczenie dla jej prawidłowego funkcjonowania.

Twoje cele

- Omówisz znaczenie biologiczne półprzepuszczalności błony komórkowej.
- Wyjaśnisz, na czym polega selektywna przepuszczalność błony komórkowej.
- Podasz przykłady zastosowania membran półprzepuszczalnych w medycynie i przemyśle.

Przeczytaj

Warunkiem prawidłowego funkcjonowania komórki jest wymiana materii i energii ze środowiskiem przy odpowiedniej ochronie jej wnętrza przed wpływami z zewnątrz. To właśnie błona komórkowa tworzy właściwą barierę, umożliwiającą transport ściśle określonych substancji do wnętrza komórki i w kierunku przeciwnym. Tego typu osłonę określa się mianem błony (membrany) półprzepuszczalnej, tzn. selektywnie przepuszczalnej. Dzięki półprzepuszczalności błon biologicznych, możliwa jest komunikacja obu środowisk – komórki i jej otoczenia – mimo ich fizycznej separacji.

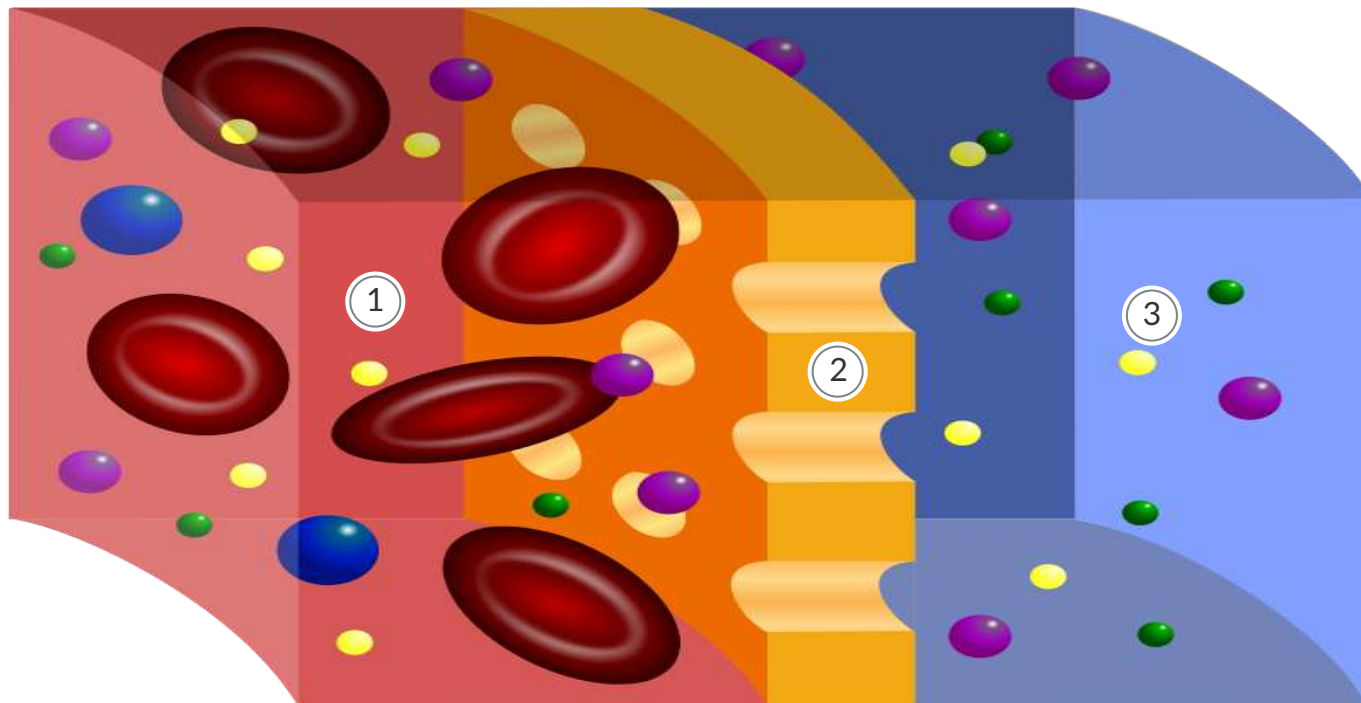
Selektywna przepuszczalność błon biologicznych

Błona komórkowa zbudowana jest z dwuwarstwy fosfolipidowej, w której występują również białka pełniące różne funkcje, m.in. transportowe. Dzięki tej specyficznej budowie molekularnej, błona jest selektywnie przepuszczalna – przez pojęcie **selektywności** należy rozumieć wybiórczą zdolność membrany do przepuszczania konkretnych jonów i cząsteczek do wnętrza komórki i utrudniania bądź blokowania transportu innych. Termin **przepuszczalność** opisuje natomiast łatwość (szybkość), z jaką cząsteczki lub jony zostają przepuszczone przez błonę. Właściwości te warunkują jedną z cech błon biologicznych – półprzepuszczalność.

Przez dwuwarstwę fosfolipidową błony komórkowej mogą swobodnie przenikać małe, niepolarne cząsteczki, które rozpuszczają się w dwuwarstwie lipidowej, np. cząsteczki gazów: O₂, N₂, CO₂. Nieco ograniczone jest przechodzenie małych, nienaładowanych cząsteczek polarnych, np. wody lub glicerolu, ponieważ odbywa się ono jedynie zgodnie z gradientem stężeń – od środowiska o wyższym stężeniu substancji do środowiska mniej stężonego. Transport jonów obdarzonych ładunkiem wymaga natomiast udziału odpowiednich białek błonowych, tworzących w błonie komórkowej tzw. **kanały jonowe** lub **pompy jonowe**. Obecności specjalnych białek wymaga także przenikanie dużych cząsteczek, np. aminokwasów lub glukozy.

W komórkach, w których wymagany jest sprawny transport wody przez błonę komórkową (np. komórkach kanalików krętych nerek), działają wyspecjalizowane struktury błonowe zwane **akwaporynami**. Ich obecność ułatwia dyfuzję prostą cząsteczek wody, czyli **osmozę**. Białka te mogą również zmieniać przepustowość, regulując transport cząsteczek przez błonę.

Zastosowanie membran selektywnie przepuszczalnych w medycynie i przemyśle



1

Krew

Krew chorego pacjenta zawierająca zbędne substancje, głównie produkty przemiany materii.

2

Błona dializacyjna

Zbędne substancje, których stężenie we krwi jest zbyt duże (mocznik, sole mineralne i drobnocząsteczkowe związki organiczne), przechodzą przez **półprzepuszczalną** błonę dializacyjną do płynu dializacyjnego (zjawisko dyfuzji). Błona blokuje ucieczkę erytrocytów i białek.

3

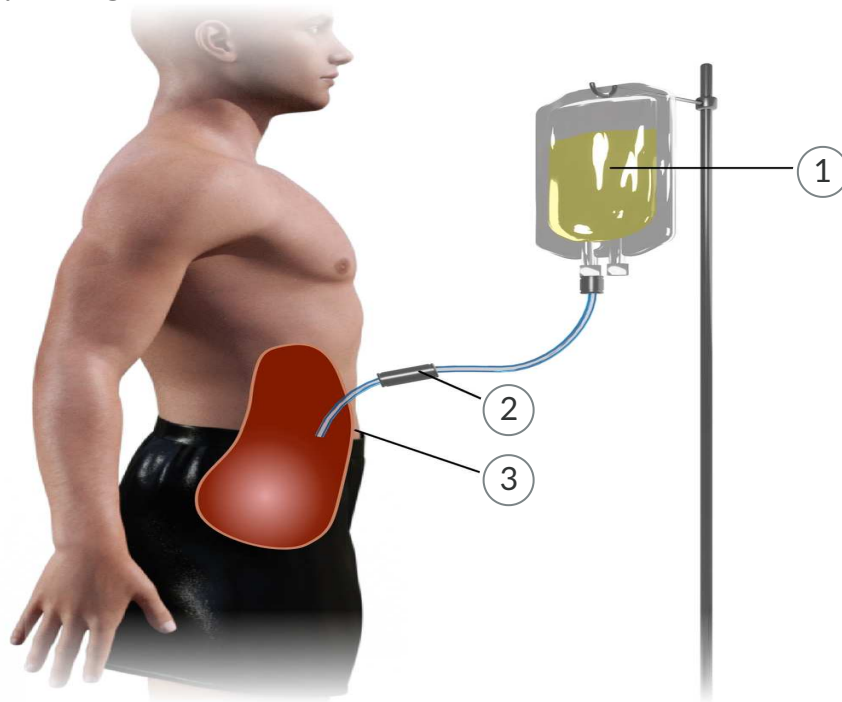
Płyn dializacyjny

Substancje, które dostały się do płynu dializacyjnego, są wraz z nim usuwane.

Schemat membrany półprzepuszczalnej podczas hemodializy.

Źródło: Wikimedia Commons, domena publiczna.

Właściwości selektywnej przepuszczalności błon komórkowych wykorzystywane są m.in. w leczeniu pacjentów ze **schyłkową niewydolnością nerek**, u których prowadzone są **dializy krwi**, czyli usuwanie z organizmu wody oraz produktów przemiany materii, jak mocznik i niektóre jony. Stosuje się hemodializę lub dializę otrzewnową. Hemodializa, czyli dializa pozaustrojowa, polega na przepuszczeniu krwi przez specjalne urządzenie, tzw. sztuczną nerkę (dializator). Z krwi przepływającej przez dializator zbędne i szkodliwe substancje przenikają przez błonę półprzepuszczalną do płynu dializacyjnego. Oczyszczona krew wraca do krwioobiegu chorego. Funkcję półprzepuszczalnej membrany w dializie otrzewnowej pełni **otrzewna**. Do jamy brzusznej, za pomocą cewnika, wprowadza się płyn dializacyjny, który służy wymianie substancji z krwią w położonych pod otrzewną naczyniach krwionośnych. Dzięki **hiperosmolalności** wprowadzanego roztworu oraz półprzepuszczalności błony otrzewnowej możliwe jest odprowadzanie nadmiaru wody oraz metabolitów i toksyn z organizmu.



1

Dializat

Roztwór zawierający wodę i substancje chemiczne.

2

Cewnik

Jest założony na stałe; pacjent podpina aparat wieczorem i odpina rano.

3

Otrzewna

To w niej zachodzi dializa.

Schemat działania automatycznej dializy otrzewnowej.

Wykorzystuje się aparat (cykler) kontrolujący czas dializy, automatycznie odprowadzający zużyty płyn dializacyjny i napełniający jamę brzuszną kolejną porcją płynu. Pacjent podłącza się do niego na noc, dzięki czemu w ciągu dnia nie musi powtarzać zabiegu – to znacznie podnosi jakość jego życia.

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

Co więcej, zjawisko półprzepuszczalności membran wykorzystywane jest do odsalania wody morskiej (w celu pozyskiwania wody pitnej) oraz do otrzymywania wody dejonizowanej (tzn. praktycznie pozbawionej soli), wykorzystywanej m.in. w przemyśle farmaceutycznym, kosmetycznym czy spożywczym.

Słownik

akwaporyna

integralne białko błonowe, tworzące w błonie komórkowej kanał umożliwiający sprawny transport cząsteczek wody

dializa krwi

jedna z form terapii nerkozastępczej, której celem jest oczyszczenie krwi ze szkodliwych produktów przemiany materii, nadmiaru wody i innych niepożądanych substancji, których nie są w stanie usunąć nieprawidłowo funkcjonujące nerki

hiperosmolalność

hipertoniczne stężenie substancji czynnych osmotycznie w roztworze

kanał jonowy

kompleks białkowy utworzony z białek integralnych błony komórkowej, odpowiedzialny za selektywny transport jonów zgodnie z ich gradientem stężeń (od stężenia wyższego do niższego)

osmoza

(gr. *osmos* – uderzenie); przenikanie (dyfuzja) wody przez błony półprzepuszczalne z roztworu o niskim stężeniu substancji rozpuszczonej (dużo wody, wysoki potencjał

wodny) do roztworu o wyższym stężeniu substancji (mało wody, niski potencjał wodny)
otrzewna (błona otrzewnowa)

cienka, gładka błona surowicza wyściełająca wewnętrzne ściany jamy brzusznej i miednicy, a także leżące w ich obrębie narządy wewnętrzne

pompa jonowa

integralne białko nośnikowe błony komórkowej, odpowiedzialne za selektywny transport jonów, który odbywa się wbrew gradientowi stężeń

przepuszczalność

łatwość przepuszczania danej cząsteczki przez błonę komórkową

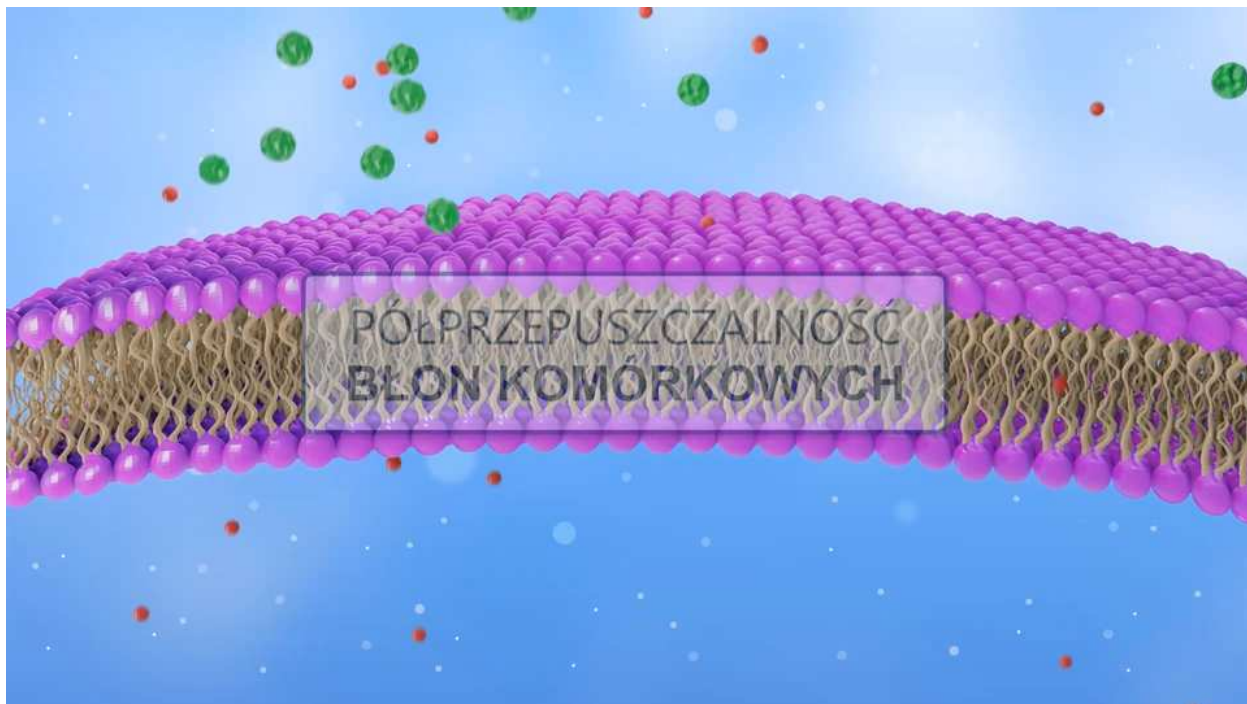
schyłkowa niewydolność nerek

stan upośledzenia pracy nerek, któremu towarzyszą liczne objawy kliniczne

selektywność

wybiórcza zdolność membrany do przepuszczania pewnych jonów i cząsteczek

Animacja



Film dostępny pod adresem </preview/resource/R1c3dyiA0JtYg>

Półprzepuszczalność błon komórkowych.

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

Film pod tytułem "Półprzepuszczalność błon komórkowych".


Polecenie 1

Zapoznaj się z animacją na temat przepuszczalności błon komórkowych, a następnie wymień czynniki, które wpływają na transport cząsteczek przez błonę.

Polecenie 2

Wyjaśnij, w jaki sposób przenikają przez błonę komórkową cząsteczki hydrofilowe i hydrofobowe. W odpowiedzi uwzględnij budowę błony biologicznej oraz polarność transportowanych cząsteczek.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Przyporządkuj pojęciom odpowiednie definicje.

selektywność błony komórkowej

łatwość przenikania danej cząsteczki przez błonę komórkową

dyfuzja

wybiórcza zdolność do przenikania pewnych jonów i cząsteczek przez błonę komórkową

przepuszczalność błony komórkowej

proces samorzutnego rozprzestrzeniania się i przenikania cząsteczek lub energii w każdym ośrodku w temperaturze wyższej od absolutnego zera

Ćwiczenie 2



Podziel substancje pod względem łatwości ich przechodzenia przez większość błon półprzepuszczalnych.

Substancje swobodnie przenikające

cukry proste

N₂

O₂

glicerol

aminokwasy

woda

CO₂

Substancje o ograniczonym przenikaniu

Substancje o utrudnionym przenikaniu, wymagające specjalnych nośników

Ćwiczenie 3



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

Stwierdzenie	Prawda	Fałsz
Komórka jest układem w pełni izolowanym od środowiska, co zapewnia jej integralność mimo zmieniających się czynników zewnętrznych.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Błona komórkowa składa się z lipidów oraz białek i jest spolaryzowana.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cząsteczki niepolarne przechodzą przez błonę komórkową trudniej niż polarne.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Akwaporyny mogą zmieniać przepustowość, regulując transport cząsteczek przez błonę.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ćwiczenie 4



Uzupełnij tekst, przeciągając w odpowiednie miejsca wybrane sformułowania.

Jednym z najważniejszych zastosowań właściwości selektywnej przepuszczalności błon komórkowych wykorzystywanych w medycynie jest [] krwi.

Postępowanie to jest leczeniem bezpośrednio ratującym życie pacjentom z [], u których narządy te nie są w stanie samodzielnie usunąć [], nadmiaru [] i innych niepożądanych substancji z [].

Jedną z form takiej terapii jest dializa otrzewnowa, w której jako błonę półprzepuszczalną wykorzystuje się [] błonę otrzewnową. Jest to cienka warstwa komórek, wyściełająca wnętrze [], a także leżące w ich obrębie []. Zarówno dializa zewnętrzna (hemodializa), jak i dializa otrzewnowa są terapiami, bez których życie pacjentów z niewydolnością nerek byłoby niemożliwe.

niewydolnością nerek krwi wody własną

szkodliwych produktów przemiany materii niewydolnością płuc dializa

odpowiednio skonstruowanych rurek syntetyczną narządy wewnętrzne transfuzji

przegrody limfy dwutlenku węgla ściany jamy brzusznej i miednicy

Ćwiczenie 5



Uzupełnij tabelę, przeciągając w odpowiednie miejsca podane sformułowania.

	Kanał jonowy	Pompa błonowa
Rodzaj transportu		
Ruch cząsteczek		
Źródło energii		
Inicjacja przepływu jonów		

potrzebne

wbrew gradientowi stężeń

zgodnie z gradientem stężeń

niepotrzebne

dyfuzja ułatwiona

hydroliza ATP

różnica stężeń po obu stronach błony

transport aktywny

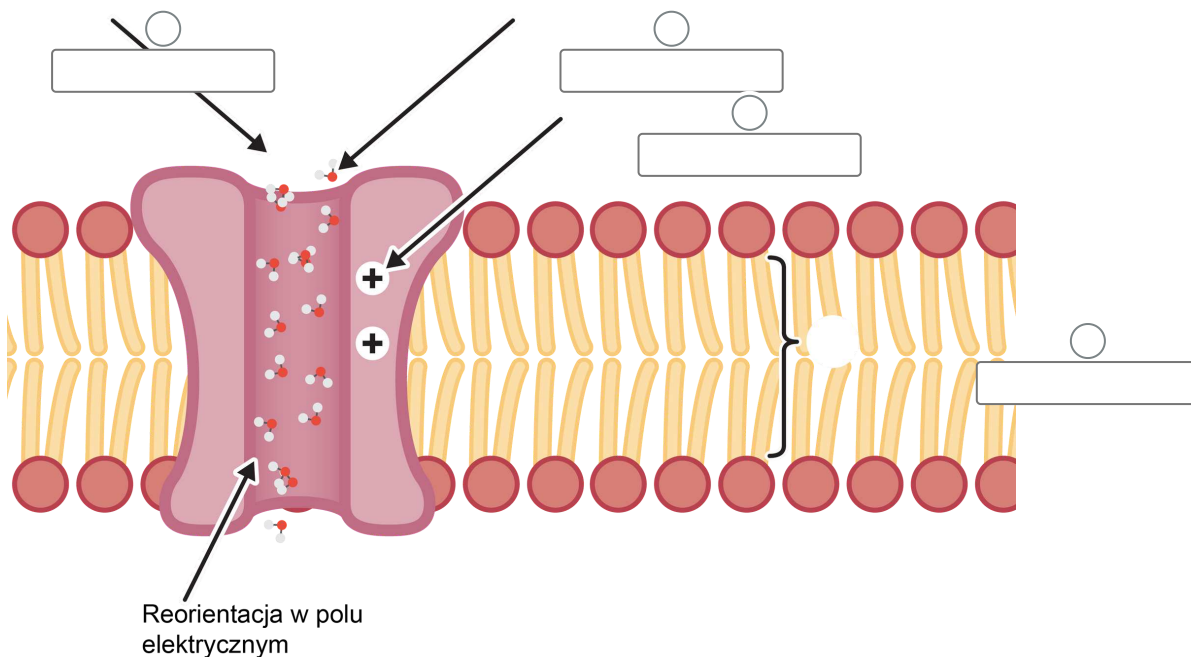
Ćwiczenie 6



Cząsteczki wody są transportowane poprzez wąski por w centrum akwaporyny 1 (AQP1). Por ten nie ma połączenia z hydrofobowym wnętrzem błony, w której akwaporyna jest zlokalizowana. Transport wody zachodzi dzięki lokalnemu polu elektrycznemu, wytwarzanemu przez grupy atomów, z których zbudowane są ściany wewnętrznego poru. Cząsteczki wody ulegają reorientacji w polu elektrycznym, w miarę ich przemieszczania się wewnątrz kanału.

Źródło: S. Pikuła, *Woda morska i dziury w błonach – Nagroda Nobla z chemii za 2003 rok*, „Kosmos”, t. 53, 2004, nr 3–4 (264–265), s. 243–249.

Na podstawie przedstawionego fragmentu tekstu podpisz rysunek, przeciągając podane sformułowania w odpowiednie miejsca.



Lokalne pole elektryczne

Cząsteczka wody

Por (kanał)

Część hydrofobowa błony komórkowej

Ćwiczenie 7



Dlaczego przez kanał potasowy transportowane są przede wszystkim jony potasu, a nie jony sodu? Spowodowane jest to obecnością w cząsteczce kanału „filtra selektywności”. Jony potasu, przed wejściem do kanału, są związane z cząsteczkami wody; w kompleksie tym zachowane są określone odległości pomiędzy jonem potasu a atomami tlenu w cząsteczkach wody, wynikające m.in. z charakterystycznej wielkości jonu potasu (promień atomowy wynosi 1,33). W „filtrze selektywności” kanału odległości pomiędzy atomami tlenu „filtra” a jonami potasu są idealnie takie same, jak w kompleksie jonu z cząsteczkami wody w roztworze, dlatego jony potasu mogą bez problemu „przeniknąć” przez kanał. Jony sodu są mniejsze (promień atomowy wynosi 0,95), nie pasują do układu atomów tlenu w „filtrze”, dlatego z ponad 1000-krotnie mniejszym prawdopodobieństwem, niż jony potasu przenikają przez kanał. Ten sam mechanizm zapobiegawczy dotyczy innych jonów obecnych w środowisku.

Źródło: S. Pikuła, *Woda morska i dziury w błonach – Nagroda Nobla z chemii za rok 2003*, „Kosmos”, t. 53, 2004, nr 3–4 (264–265), s. 243–249.

Na podstawie przedstawionego tekstu określ, w jaki sposób filtr selektywności wpływa na funkcję błony półprzepuszczalnej. Odpowiedź uzasadnij.

Ćwiczenie 8



Wzrost liczebności populacji ludzkiej, a także intensywny rozwój rolnictwa i przemysłu, doprowadziły do powstania wielu organicznych mikrozanieczyszczeń, które przedostają się do środowiska wodnego (...). Wiele z nich, w tym wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, pestycydy, chlorowane związki organiczne, substancje humusowe oraz dioksyny, stanowią realne zagrożenie dla zdrowia człowieka i innych organizmów żywych. Większość organicznych mikrozanieczyszczeń jest hydrofobowa, co umożliwia ich akumulację w tkance tłuszczowej organizmów (...). Mikrozanieczyszczenia występują w wodzie w bardzo niskich stężeniach (...). Urządzenia z syntetyczną błoną półprzepuszczalną są przeznaczone do zateżnienia (zagęszczania) hydrofobowych związków organicznych obecnych w próbkach wody lub powietrza. (...) Zawierają neutralny lipid o dużej masie cząsteczkowej, najczęściej trioleinę, otoczony cienkościennej, płaską folią z polietylenu o małej gęstości (...). Membrany te, naśladując błony biologiczne, umożliwiają więc selektywną dyfuzję rozpuszczonych niskocząsteczkowych związków organicznych, a tym samym ich kondensację w trioleinie.

Źródło: M. Pogorzalec, K. Piekarska, *Zastosowanie syntetycznych błon półprzepuszczalnych w monitoringu organicznych mikrozanieczyszczeń wody.*

Wyjaśnij, dlaczego syntetyczne błony przepuszczalne są stosowane w oznaczaniu stężeń mikrozanieczyszczeń organicznych w próbkach wody lub powietrza.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Półprzepuszczalność błon komórkowych

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

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

II. Komórka. Uczeń:

2) wykazuje związek budowy błony biologicznej z pełnionymi przez nią funkcjami;

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

II. Komórka. Uczeń:

2) wykazuje związek budowy błony komórkowej z pełnionymi przez nią funkcjami;

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):

- Omówisz znaczenie biologiczne półprzepuszczalności błony komórkowej.
- Wyjaśnisz, na czym polega selektywna przepuszczalność błony komórkowej.
- Podasz przykłady zastosowania membran półprzepuszczalnych w medycynie i przemyśle.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm;

- lekcja odwrócona.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- mapa pojęć;
- analiza animacji;
- raport z przygotowań.

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.

Przed lekcją:

1. **Przygotowanie do zajęć.** Nauczyciel loguje się na platformie i udostępnia uczniom e-materiał „Półprzepuszczalność błon komórkowych”. Prosi uczestników zajęć o zapoznanie się z tekstem w sekcji „Przeczytaj” i multimedium w sekcji „Animacja” oraz wynotowanie najważniejszych kwestii poruszonych w tekście, tak aby podczas lekcji mogli w niej aktywnie uczestniczyć i rozwiązywać zadania.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla temat i cele lekcji zawarte w sekcji „Wprowadzenie”.
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.
Nauczyciel poleca uczniom, aby zgłaszali swoje propozycje pytań do wspomnianego tematu. Jedna osoba może zapisywać je na tablicy. Gdy uczniowie wyczerpią swoje pomysły, a pozostały jeszcze jakieś ważne kwestie do poruszenia, nauczyciel podaje własne propozycje pytań.

Faza realizacyjna:

1. **Praca z multimedium („Animacja”).** Nauczyciel wyświetla na tablicy interaktywnej lub za pomocą rzutnika multimedium, z którym uczniowie mieli się zapoznać w ramach przygotowania do zajęć. Następnie uczniowie odczytują polecenie nr 1 („Wymień czynniki, które wpływają na transport cząsteczek przez błonę”) i opracowują je indywidualnie. Po wykonanej pracy nauczyciel wyświetla odpowiedzi uczniów i udziela informacji zwrotnej na temat ich poprawności.
2. Nauczyciel wprowadza uczniów w treść polecenia nr 2 („Wyjaśnij, w jaki sposób przenikają przez błonę komórkową cząsteczki hydrofilowe i hydrofobowe. W odpowiedzi uwzględnij budowę błony biologicznej oraz polarność transportowanych cząsteczek”). Uczniowie odpowiadają na nie w parach, a następnie porównują swoje rozwiązanie z innym zespołem.
3. Uczniowie rozwiązują w grupach 4-osobowych ćwiczenie nr 7 dotyczące wpływu filtra selektywności na funkcję pełnioną przez błonę półprzepuszczalną, wyświetlone przez nauczyciela na tablicy. Po jego wykonaniu następuje omówienie rezultatów na forum klasy.
4. Ćwiczenie, które uczniowie realizują jako ostatnie, wykonywane jest indywidualnie. Ponownie nauczyciel udostępnia uczestnikom zajęć przez platformę edukacyjną jego treść: „Wyjaśnij, dlaczego syntetyczne błony przepuszczalne są stosowane w oznaczaniu stężeń mikrozanieczyszczeń organicznych w próbkach wody lub powietrza”. Nauczyciel sprawdza przez platformę udzielone odpowiedzi. Następnie zachęca uczniów do uzasadniania swoich odpowiedzi podczas dyskusji w parach.

Faza podsumowująca:

1. Wybrani uczniowie na forum klasy odpowiadają na pytania zapisane na tablicy w fazie wprowadzającej.
2. Klasa wspólnie wykonuje mapę pojęć podsumowującą zajęcia.

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 „Animacja” można wykorzystać na lekcji jako podsumowanie i utrwalenie wiedzy uczniów.