



Światło – źródło energii biologicznie użytecznej

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



Światło – źródło energii biologicznie użytecznej

Światło absorbowane jest przez rośliny podczas fazy jasnej fotosyntezy.

Źródło: Duncan Rawlinson, Flickr, licencja: CC BY-NC 2.0.

Światło w potocznym rozumieniu oznacza jasność wytwarzaną np. przez Słońce, żarówkę czy ogień. Jest to część promieniowania elektromagnetycznego zwanego światłem widzialnym, czyli odbieranym przez ludzkie oko. W fizyce pojęcie to określa promieniowanie optyczne, obejmujące oprócz światła widzialnego także inne długości fal, m.in. ultrafiolet i podczerwień. Światło widzialne emitowane przez Słońce absorbowane jest przez organizmy fotoautotroficzne, które wykorzystują energię tego promieniowania w procesie fotosyntezy do produkcji związków organicznych. Dlaczego człowiek postrzega światło widzialne jako białe, skoro po deszczu może obserwować pojawiającą się na niebie tęczę?

Twoje cele

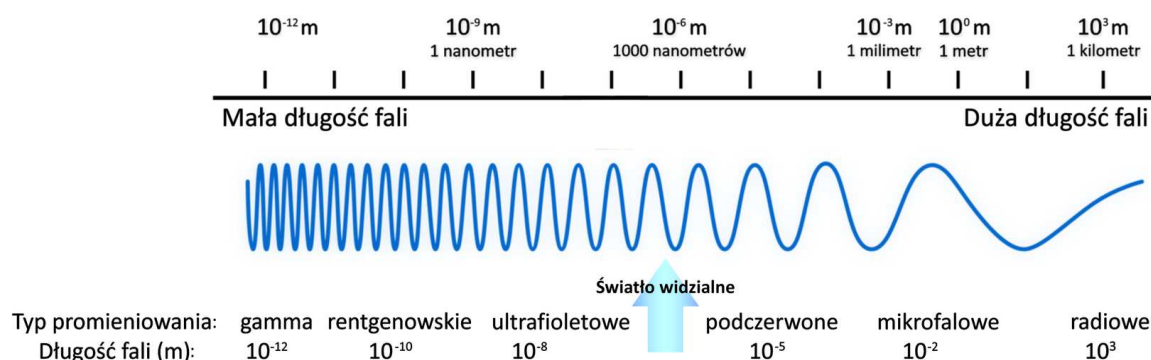
- Przedstawisz promieniowanie elektromagnetyczne jako fale o różnej długości niosące ze sobą energię.
- Wykażesz związek między długością fali elektromagnetycznej a energią, jaką ona ze sobą niesie.

- Określisz, czym jest światło widzialne, i podasz zakres długości jego fal.
- Wykażesz związek między absorpcją światła widzialnego a stanem energetycznym barwników fotosyntetycznych.

Przeczytaj

Promieniowanie elektromagnetyczne to zaburzenie [pola elektromagnetycznego](#) rozchodzące się w przestrzeni w postaci fal. Jest jedną z wielu form rozprzestrzeniania się energii w przestrzeni. Fale elektromagnetyczne są strumieniami [fotonów](#), czyli cząstek elementarnych promieniowania, niemających masy i stanowiących [kwanty](#) (porcje) energii. Nie jest ono po prostu falą, ale jest skwantowane (energia zmienia się tylko w ściśle określonych porcjach); łączy w sobie zarówno cechy fali, jak i cząsteczki.

Fale elektromagnetyczne mogą zostać uporządkowane zgodnie z charakteryzującymi je parametrami - długością i częstotliwością fali. Takie uporządkowanie nazywa się widmem (spectrum) elektromagnetycznym.



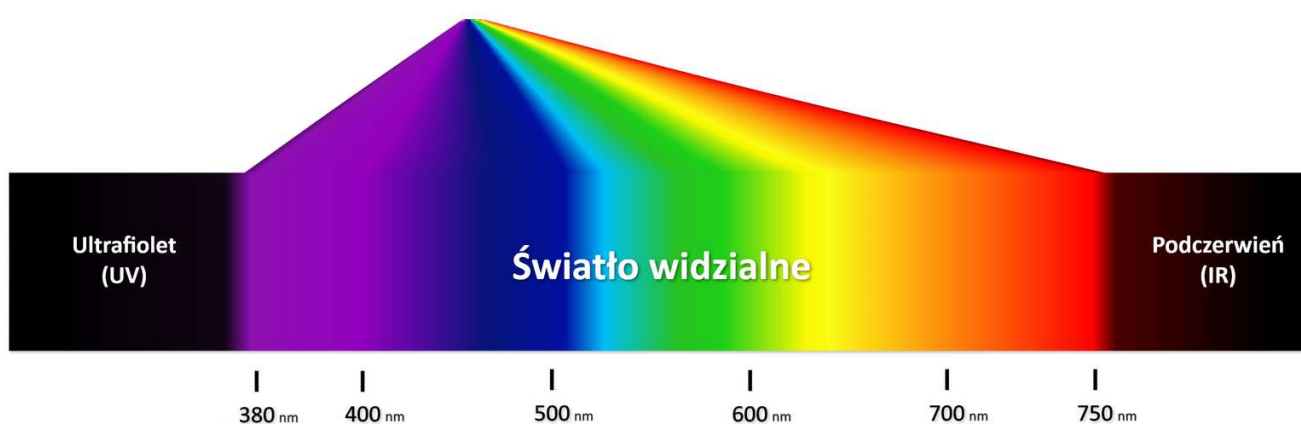
Na jednym końcu widma promieniowania elektromagnetycznego, na lewo od światła widzialnego, znajdują się kolejno: promieniowanie ultrafioletowe (UV), rentgenowskie (X) i gamma. Te rodzaje promieniowania są niebezpieczne dla żywych organizmów, ze względu na duże porcje niesionej energii. Na prawo od światła widzialnego, znajduje się promieniowanie o niższej częstotliwości i większej długości fali. Jest to kolejno wraz ze wzrostem długości fali: promieniowanie podczerwone emitowane przez ciała w temperaturze pokojowej, mikrofalowe (wykorzystywane w kuchenkach mikrofalowych) i fale radiowe.

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

Energia fotonów jest odwrotnie proporcjonalna do długości fali. Oznacza to, że im krótsza fala elektromagnetyczna, tym więcej energii ze sobą niesie, i odwrotnie – im dłuższa fala elektromagnetyczna, tym mniej niesie energii.

Światło widzialne

Światło widzialne to część promieniowania elektromagnetycznego z zakresu fal od 380 do 750 nm (nanometrów), na który reagują [fotoreceptory](#) obecne w [siatkówce](#) ludzkiego oka. Człowiek postrzega światło widzialne jako białe, choć składa się ono z mieszaniny fal o różnej długości.

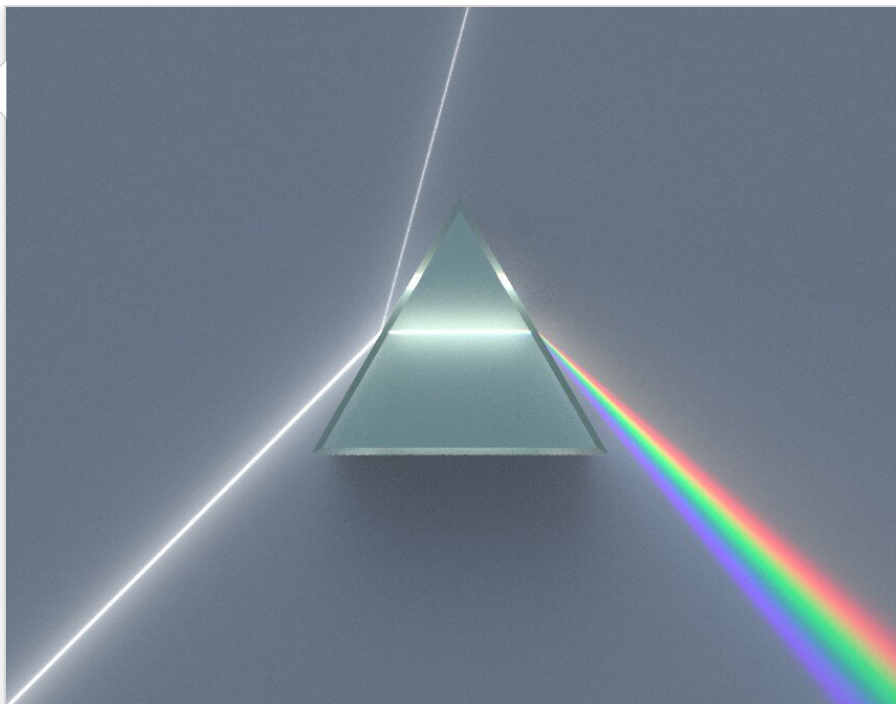


Widma barw światła widzialnego. Światło widzialne graniczy z ultrafioletem i podczerwienią – widmami światła, które są niewidoczne dla siatkówki ludzkiego oka.

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

Ciekawostka

Światło widzialne, przechodząc przez [pryzmat](#), ulega rozszczepieniu na składowe o różnej długości fali, co pozwala zaobserwować [widmo barw](#).



Źródło: Spigget, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0

Przejście wiązki światła widzialnego przez pryzmat prowadzi do powstania widma barw.

Jaki jest mechanizm powstawania widma światła białego? Promień światła, który jest mieszaniną barw, ulega podwójnemu załamaniu podczas przejścia przez pryzmat. Każda ze składowych załamuje się pod innym kątem, ponieważ podczas przejścia z jednego ośrodka do drugiego zmienia się jej prędkość rozchodzenia.

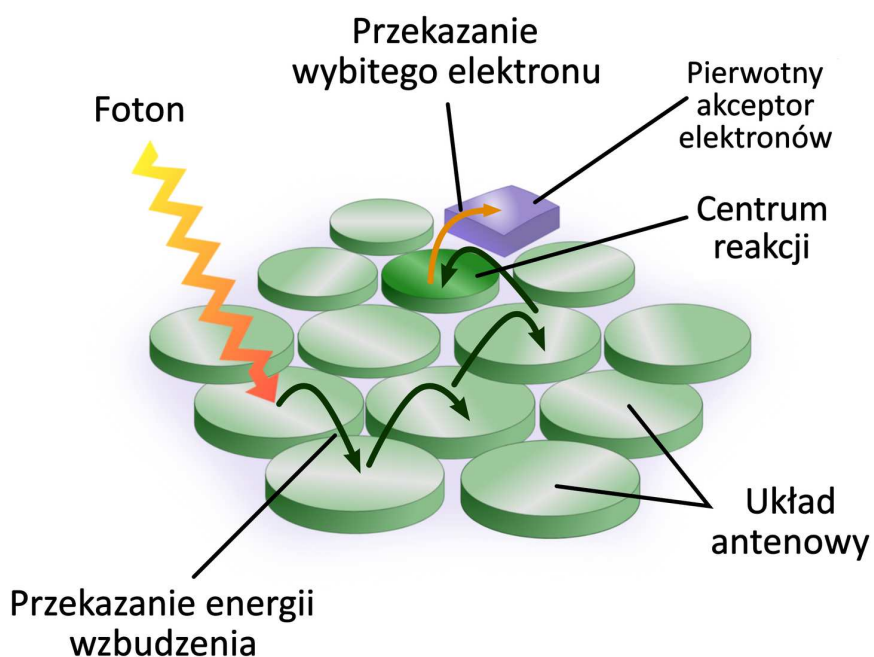


Źródło: Wing-Chi Poon, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 2.5

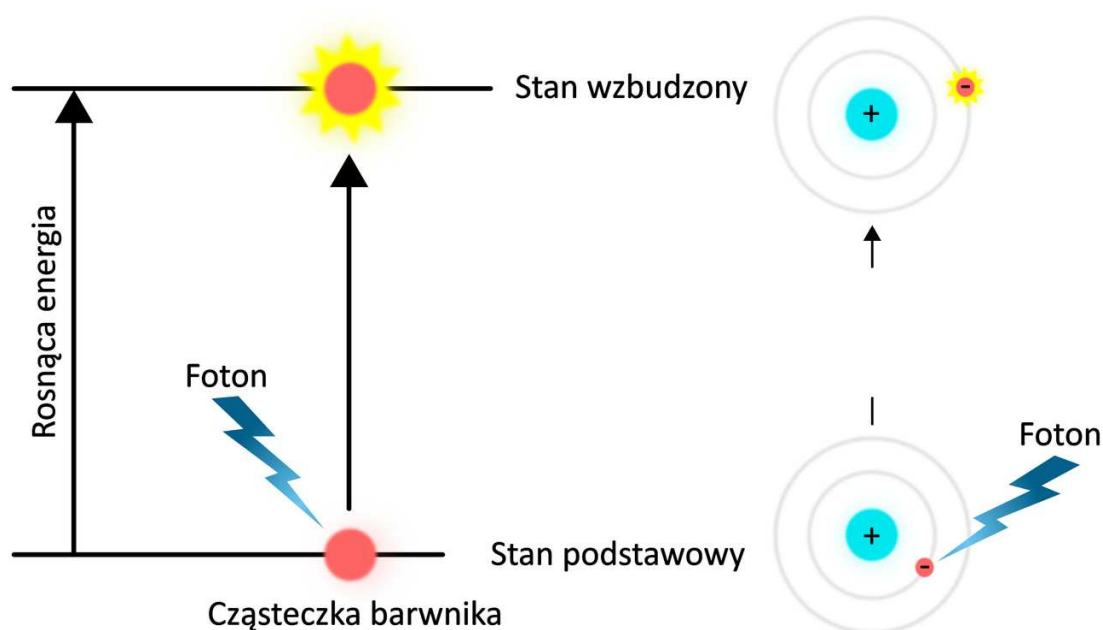
W naturze rozszczepienie światła widzialnego na kropelkach wody unoszących się w powietrzu prowadzi do powstania tęczy.

Znaczenie światła widzialnego dla organizmów żywych

Światło widzialne wykorzystywane jest przez organizmy żywe w procesie [fotosyntezy](#). [Organizmy fotoautotroficzne](#) (rośliny, protisty roślinopodobne, sinice) zawierają [barwniki fotosyntetyczne](#) zdolne do absorpcji, czyli pochłaniania, promieniowania elektromagnetycznego w zakresie światła widzialnego. Pojedyncze barwniki fotosyntetyczne są niskocząsteczkowymi związkami chemicznymi, dlatego w strukturach komórkowych są one organizowane w kompleksy barwnikowo-białkowo-lipidowe zwane **fotosystemami** (fotoukładami, oznaczane jako PS, od angielskiej nazwy: *photosystem*). Pojedynczy fotosystem składa się z kilkuset cząsteczek barwnika zorganizowanych w strukturę przypominającą antenę, w środku której znajduje się **centrum reakcji**. Więcej informacji na temat organizacji barwników fotosyntetycznych w fotosystemy, ich budowie i rodzajach znajdziesz w materiale pt. „[Wędrowki elektronów i protonów](#)”.



Absorbowany [foton](#) wzbudza elektron jednego z atomów wchodzących w skład cząsteczki barwnika fotosyntetycznego. Oznacza to, że elektron dotychczas znajdujący się w stanie podstawowym w wyniku pochłonięcia energii fotonu przechodzi w stan wzbudzenia. Przejawia się to przeniesieniem elektronu na powłokę elektronową o wyższym poziomie energetycznym. W fotosystemach energia wzbudzenia może być przekazywana między cząsteczkami barwników fotosyntetycznych tworzących układ antenowy i w konsekwencji doprowadzić do wzbudzenia oraz wybicia elektronu z cząsteczki głównego barwnika fotosyntetycznego, znajdującego się w centrum reakcji. Wybity elektron zasilony energią fotonu jest przyjmowany przez cząsteczkę [pierwotnego akceptora elektronów](#), a następnie przekazywany na kolejne kompleksy białek przenośnikowych.



Energia absorbowanego fotonu wzbudza cząsteczkę barwnika fotosyntetycznego.

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

Proces absorpcji energii promieniowania światła widzialnego dotyczy wielu cząsteczek barwników fotosyntetycznych. Energia wybitych elektronów jest wykorzystywana przez organizmy fotoautotroficzne do syntezy związków organicznych.

Fotosynteza

Fotosynteza jest procesem metabolicznym zależnym od światła widzialnego. Pozostałe składowe promieniowania elektromagnetycznego nie mają wpływu na jej przebieg. Dzieje się tak dlatego, że światło widzialne dociera do powierzchni Ziemi i zawiera odpowiednią ilość energii, aby wzbudzić cząsteczki barwników fotosyntetycznych. Promieniowanie o większej długości fali, np. podczerwone, także przenika ziemską atmosferę, ale ma mniejszą energię od światła widzialnego, zatem nie wzbudza cząsteczek barwników fotosyntetycznych. Promieniowanie o mniejszej długości fali, np. ultrafioletowe, w większości jest pochłanianie przez warstwę ozonową, jednak częściowo przenika przez atmosferę. Ultrafiolet niesie ze sobą więcej energii niż światło widzialne, co doprowadza do uszkodzenia barwników fotosyntetycznych. Światło widzialne jest więc czynnikiem niezbędnym do przebiegu procesu fotosyntezy.

Słownik

barwniki fotosyntetyczne

złożona grupa związków organicznych zdolnych do pochłaniania promieniowania elektromagnetycznego w zakresie światła widzialnego o określonej długości fali

chlorofil

zielony barwnik fotosyntetyczny występujący u sinic, protistów roślinopodobnych i roślin; związek organiczny wbudowany w błony fotosyntetyczne, zdolny do pochłaniania promieniowania elektromagnetycznego z zakresu światła widzialnego

foton

kwant światła; cząstka elementarna nie mająca ładunku elektrycznego; fotony mogą być absorbowane i emitowane przez atomy i cząsteczki

fotoreceptory

u zwierząt komórki światłoczułe, zdolne do pochłaniania światła i uruchamiające reakcje wzrokowe; rodzaje: czopki – odpowiedzialne za widzenie barwne przy dużym natężeniu światła i pręciki – odpowiedzialne za widzenie czarno-białe przy małym natężeniu światła

fotosynteza

(gr. *fos* – światło; *synthesis* – łączenie) proces metaboliczny zachodzący u organizmów samożywnych, polegający na wytwarzaniu złożonych związków organicznych z prostych związków nieorganicznych przy udziale energii świetlnej i w obecności barwników fotosyntetycznych

kwant

(łac. *quantum* – ile) najmniejsza porcja, o jaką może się zmienić dana wielkość fizyczna określonego układu fizycznego; np. kwant energii to skończona ilość energii, którą może pochłonąć lub wyemitować układ (np. atom)

organizm fotoautotroficzny

organizm samożywny przeprowadzający fotosyntezę

pierwotny akceptor elektronów

wyspecjalizowana cząsteczka znajdująca się w błonie tylakoidów chloroplastów lub w błonie niektórych prokariotów; akceptor elektronów wybitych z cząsteczek chlorofilu współtworzących kompleks centrum reakcji

pole elektromagnetyczne

stan przestrzeni, w której na obiekt obdarzony ładunkiem elektrycznym działają siły elektromagnetyczne; stanowi układ pola elektrycznego i pola magnetycznego, które są ze sobą wzajemnie powiązane

pryzmat

bryła wykonana z przezroczystego materiału, której co najmniej dwie ściany są nachylone do siebie pod tzw. kątem łamiącym pryzmatu

siatkówka

warstwa światłoczuła odbierająca bodźce wzrokowe, położona na tylnej powierzchni wewnątrz gałki ocznej; zawiera fotoreceptory

widmo optyczne

rozkład natężenia promieniowania widzialnego uzyskany w wyniku jego rozszczepienia na jednobarwne składowe (którym odpowiadają określone długości fal)

Animacja



Film dostępny pod adresem </preview/resource/RB9F7VTEXHU6L>

Światło – źródło energii biologicznie użytecznej

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

Film nawiązujący do treści materiału pod tytułem: Światło – źródło energii biologicznie użytecznej.

Polecenie 1

Określ, na co wpływa światło słoneczne.

Polecenie 2

Wyjaśnij, w jaki sposób postrzegamy barwy.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Zaznacz zdania poprawnie opisujące światło widzialne.

- ☐ Wykorzystywane jest do wykonywania zdjęć rentgenowskich.
- ☐ Jest energią elektromagnetyczną.
- ☐ Przemieszcza się w postaci fal.
- ☐ W skład widma światła widzialnego wchodzi m.in. światło o barwie czerwonej.

Ćwiczenie 2



Zaznacz zakres promieniowania elektromagnetycznego wykorzystywanego w procesie fotosyntezy.

- ☐ 300–700 nm
- ☐ 280–650 nm
- ☐ 380–750 nm
- ☐ 500–800 nm

Ćwiczenie 3



Przyporządkuj rodzaj promieniowania elektromagnetycznego do zakresu jego długości.

mikrofale	od 5 pm do 10 nm
podczerwień	od 1 mm do 1 m
fale radiowe	od 380 nm do 700 nm
ultrafiolet	od 10 nm do 380 nm
promieniowanie rentgenowskie	powyżej 1 m
światło widzialne	od 700 nm do 1 mm

Ćwiczenie 4



Zaznacz stwierdzenia zawierające prawdziwe informacje.

☐

Związki chemiczne absorbujące energię świetlną wykorzystywaną w procesie fotosyntezy zawarte są w chloroplastach.

☐

Barwniki fotosyntetyczne to związki chemiczne zdolne do pochłaniania całego spektrum światła widzialnego.

☐

Promieniowanie podczerwone także przenika ziemską atmosferę i jest zdolne do wzbudzania cząsteczek barwników fotosyntetycznych.

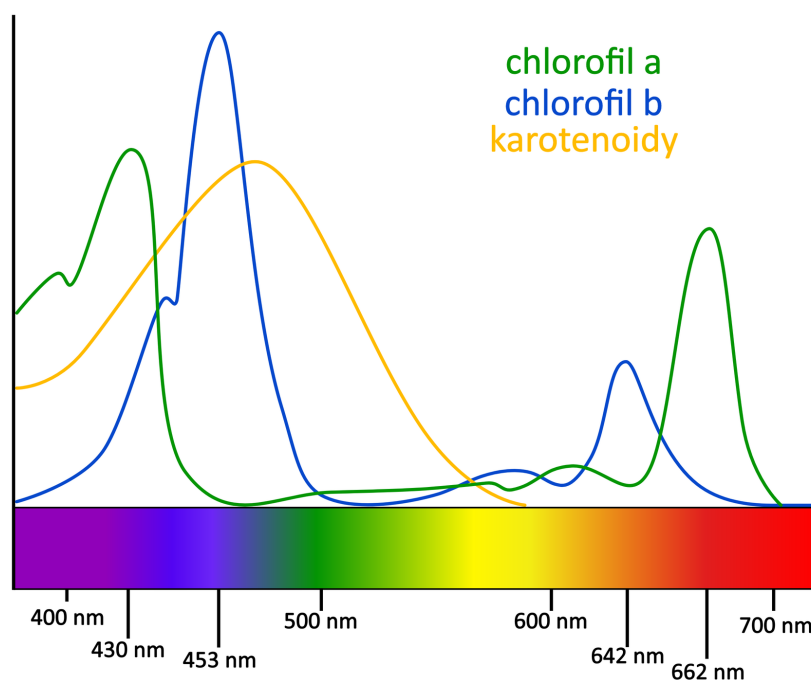
☐

Długość absorbowanych fal promieniowania świetlnego jest odwrotnie proporcjonalna do ilości pozyskiwanej energii.

Ćwiczenie 5



Przeanalizuj poniższy wykres przedstawiający widma absorpcji światła przez różne barwniki fotosyntetyczne.



Widma absorpcji światła przez chlorofile i karotenoidy.

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

Uzupełnij poniższy tekst w taki sposób, aby przedstawiał prawdziwe informacje na temat karotenoidów.

Karotenoidy nadają organom roślinnym barwę . Maksimum absorpcji światła przez te barwniki obserwuje się dla widma .

czerwoną

żółtą

pomarańczową

niebieskiego

niebieskozielonego

fioletowego

zielonego

Ćwiczenie 6



Oceń, czy poniższe stwierdzenia dotyczące absorpcji światła są prawdziwe czy fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda	Fałsz
Karotenoidy absorbują energię świetlną odpowiadającą długościom fal, które nie są pochłaniane przez chlorofile.	☐	☐
Promieniowanie podczerwone przenika ziemską atmosferę wzbudzając cząsteczki barwników fotosyntetycznych.	☐	☐
Barwniki fotosyntetyczne to związki chemiczne zdolne do pochłaniania całego spektrum światła widzialnego.	☐	☐
Wzbudzenie elektronu oznacza, że został on przeniesiony na powłokę elektronową położoną dalej od jądra atomu.	☐	☐

Ćwiczenie 7



U szereguj w odpowiedniej kolejności etapy opisujące mechanizm działania fotosystemu.

Przyjęcie wybitego elektronu przez cząsteczkę pierwotnego akceptora elektronów.



Wzbudzenie oraz wybitego elektronu z cząsteczki głównego barwnika fotosyntetycznego, znajdującego się w centrum reakcji.



Przekazywanie energii wzbudzenia między cząsteczkami barwników fotosyntetycznych (układ antenowy).



Pochłonięcie energii fotonu światła przez elektron.



Przekazywanie elektronu na kolejne kompleksy białek przenośnikowych.



Przejście elektronu w stan wzbudzenia.



Przeniesienie elektronu na powłokę elektronową o wyższym poziomie energetycznym.



Ćwiczenie 8



Wyjaśnij, dlaczego organizmy fotoautotroficzne wykorzystują tylko światło widzialne z całego spektrum promieniowania elektromagnetycznego.

Ćwiczenie 9



Światło o określonej długości fali odbite od obiektu jest postrzegane przez ludzkie oko jako jego barwa. Białe obiekty to takie, które odbijają całe spektrum światła widzialnego. Zielone obiekty to takie, które odbijają światło zielone, a pochłaniają pozostałe długości fal.

Wyjaśnij, dlaczego w naturze nie występują nadziemne organy roślinne, które są idealnie czarne.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: biologia

Temat: Światło – źródło energii biologicznie użytecznej

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

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

III. Energia i metabolizm.

4. Fotosynteza. Uczeń:

2) przedstawia rolę barwników i fotosystemów w procesie fotosyntezy;

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 promieniowanie elektromagnetyczne jako fale o różnej długości niosące ze sobą energię.

- Wykażesz związek między długością fali elektromagnetycznej a energią, jaką ona ze sobą niesie.
- Określisz, czym jest światło widzialne, i podasz zakres długości jego fal.
- Wykażesz związek między absorpcją światła widzialnego a stanem energetycznym barwników fotosyntetycznych.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- burza mózgów;
- rozmowa kierowana;
- ćwiczenia interaktywne;
- analiza animacji;
- śniegowa kula;
- 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.

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 inicjuje burzę mózgów, zadając pytanie:
– Czym jest światło?
Uczniowie zapisują swoje pomysły na tablicy. Nauczyciel podsumowuje burzę mózgów.

Faza realizacyjna:

1. **Praca z multimedium („Animacja”).** Uczniowie zapoznają się z animacją wyświetloną przez nauczyciela, a następnie wykonują polecenia nr 1 i 2 oraz ćwiczenia nr 8 i 9 z sekcji „Sprawdź się”, pracując metodą kuli śniegowej. Nauczyciel objaśnia wspomnianą metodę i wynikające z niej kolejne etapy pracy:
– najpierw uczniowie będą indywidualnie opracowywać odpowiedzi na polecenia;
– potem połączą się w pary i porównają swoje propozycje, a na osobnej kartce zapiszą wspólne odpowiedzi;
– kolejnym krokiem będzie połączenie się par w czwórki, które – jak poprzednio – skonfrontują swoje odpowiedzi;
– uczniowie utworzą 8-osobowe zespoły i znów porównają swoje propozycje;
– przedstawiciele poszczególnych zespołów 8-osobowych zaprezentują na forum klasy uzgodnione w grupie odpowiedzi.
2. **Utrwalenie wiedzy i umiejętności.** Nauczyciel dzieli klasę na 4-osobowe grupy. Uczniowie rozwiązują ćwiczenia interaktywne 1 do 6 z sekcji „Sprawdź się”, od

najłatwiejszego do najtrudniejszego. Grupa, która poprawnie rozwiąże zadania jako pierwsza, wygrywa.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel wyświetla na tablicy temat lekcji i cele zawarte w sekcji „Wprowadzenie” oraz zadaje pytania podsumowujące:
 - Jaki jest związek między długością fali elektromagnetycznej a energią, jaką ona ze sobą niesie?
 - Czym jest światło widzialne? Jaki jest zakres długości jego fal?
 - Jaki jest związek między absorpcją światła widzialnego a stanem energetycznym barwników fotosyntetycznych?

Praca domowa:

1. Wykonaj ćwiczenie nr 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.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania animacji:

Nauczyciel może wykorzystać animację do pracy przed lekcją. Uczniowie zapoznają się z jej treścią i przygotowują do pracy na zajęciach w ten sposób, żeby móc samodzielnie rozwiązać zadania.