


Światło widzialne - charakterystyka

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



Światło widzialne - charakterystyka

Czy to nie ciekawe ?

Światło widzialne, to jedyny rodzaj fal elektromagnetycznych znany ludziom od zawsze, choć aż do lat sześćdziesiątych XIX wieku nieznana była jego natura. Ludzi fascynowały zjawiska optyczne, jak tęcza widoczna na zdjęciu. Całe wieki trwały spory, czy światło ma skończoną prędkość, czy też rozchodzi się natychmiastowo.



Z tego e-materiału dowiesz się, jak doszło do poznania natury światła, oraz dlaczego widzimy świat w kolorach.

Twoje cele

- dowiesz się, czym jest światło widzialne;
- poznasz związek między długością fali i częstotliwością;
- zrozumiesz, dlaczego widzimy przedmioty w różnych barwach;
- poznasz korpuskularną naturę światła.

Przeczytaj

Warto przeczytać

W 1861 James Maxwell opublikował równania, w których udowodnił, że elektryczność i magnetyzm są dwoma rodzajami tego samego zjawiska – elektromagnetyzmu. Równania Maxwella nie tylko w spójny sposób wyjaśniały wszystkie zjawiska elektryczne i magnetyczne, ale przewidywały istnienie fal elektromagnetycznych, które poruszają się z prędkością światła $c = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$. Naturalnym wnioskiem było przyjęcie, że **światło jest falą elektromagnetyczną**.

Falę elektromagnetyczną charakteryzuje:

- **częstotliwość** ν , czyli liczba pełnych cykli zmian pola magnetycznego lub elektrycznego w ciągu jednej sekundy, wyrażona w hercach (Hz), $1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$.
- **długość fali** λ , czyli odległość między najbliższymi punktami, w których pole elektryczne lub magnetyczne jest w tej samej fazie cyklu.

Wielkości te są ze sobą związane: im większa jest częstotliwość, tym mniejsza długość fali:

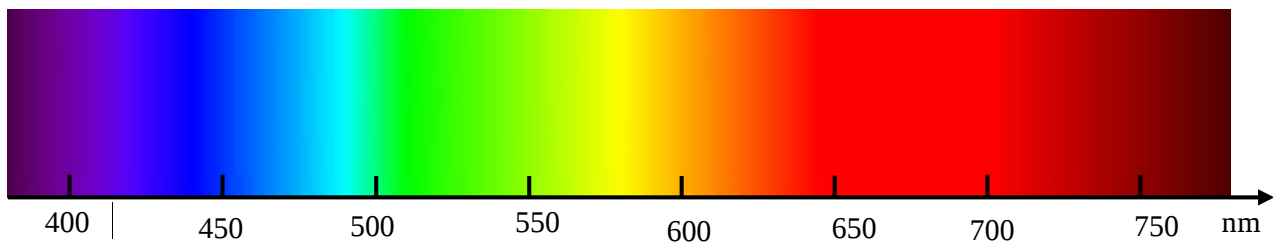
$$\nu = \frac{c}{\lambda}$$

gdzie c jest prędkością światła.

Światło widzialne obejmuje bardzo wąski zakres w widmie fal elektromagnetycznych, od 380 do 780 nm. Tylko takie promieniowanie odbierają nasze oczy. Promieniowanie o mniejszej długości fali to **ultrafiolet**, o większej – **podczerwień**.

Oko ludzkie odbiera światło o różnych długościach fal jako wrażenie różnych barw (Rys. 1.).

- fiolet od 380 nm do 436 nm,
- niebieski od 436 nm do 495 nm,
- zielony od 495 nm do 566 nm,
- żółty od 566 nm do 589 nm,
- pomarańczowy od 589 nm do 627 nm,
- czerwony od 627 nm do 780 nm.



Rys. 1. Widmo światła widzialnego.

Światło białe jest mieszaniną wszystkich barw. Można się o tym przekonać rozszczepiając światło w pryzmacie lub oglądając tęczę, która powstaje na skutek rozszczepienia światła białego na kropelkach wody w chmurach.

Jak to się dzieje, że widzimy świat w kolorach? Gdy na ciało pada światło białe, część promieniowania jest pochłaniana, a część odbija się od jego powierzchni. Jeśli jakieś ciało pochłania światło o barwach od czerwonego do zielonego, a odbija światło niebieskie i fioletowe, to oglądane w świetle białym, będzie mieć odcień niebieskiego lub fioletowego, zależnie od udziału tych barw w świetle odbitym.

Światło widzialne jest tylko w małym stopniu absorbowane zarówno przez atmosferę ziemską, jak i przez wodę. Ta jego cecha jest niezwykle istotna dla życia na Ziemi. Zawdzięczamy jej nie tylko możliwość widzenia otoczenia, ale też samo powstanie życia na Ziemi. Życie nie mogłoby istnieć bez fotosyntezy, do której potrzebne jest światło.

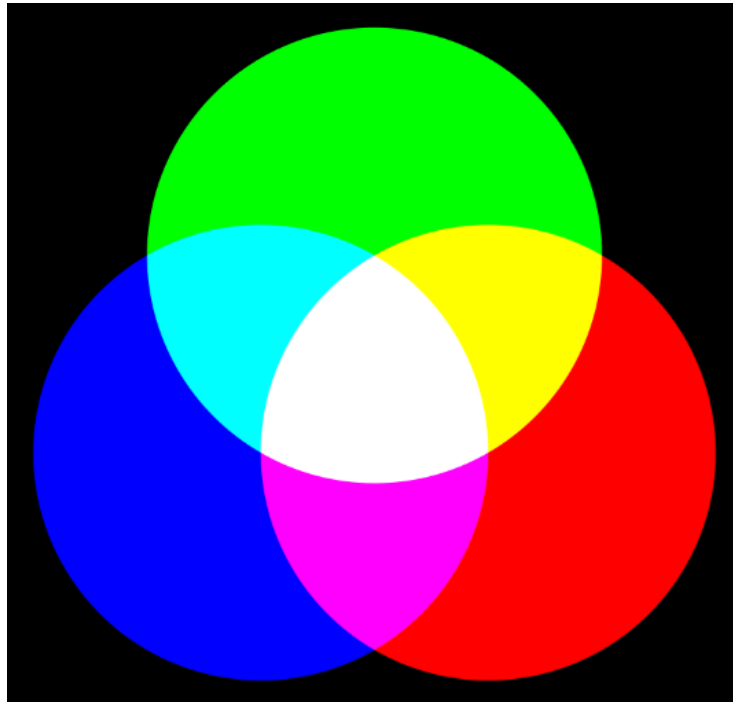
Światło ma **naturę falową**, czyli ulega różnego rodzaju zjawiskom fizycznym, typowym dla fal, jak dyfrakcja, czy interferencja. Ale jednocześnie posiada **naturę korpuskularną** – składa się z **fotonów**, cząstek elementarnych o zerowym ładunku i masie spoczynkowej. Brak masy spoczynkowej oznacza, że foton nie istnieje w spoczynku, może tylko poruszać się z prędkością światła.

Energia fotonu jest wprost proporcjonalnej do częstotliwości fali, a odwrotnie proporcjonalnej do długości fali elektromagnetycznej:

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

gdzie ν jest częstotliwością fali, λ – długością fali, $c = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$ – prędkością światła, h – stałą Plancka, $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} = 4,14 \cdot 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}$.

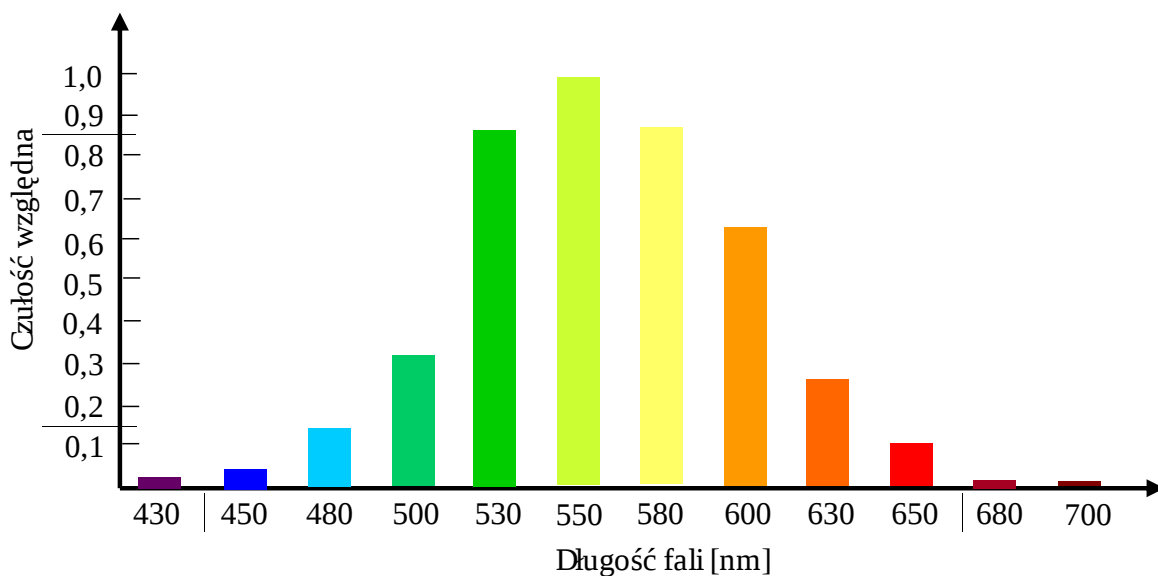
Mieszając ze sobą wiązki światła w kolorze czerwonym, niebieskim i zielonym można uzyskać dowolną barwę. Zmieszanie światła o jednakowych natężeniach w tych trzech barwach daje światło białe (Rys. 2). Zmieniając udział poszczególnych barw, można otrzymać inny kolor. Zjawisko tworzenia nowych barw przez nakładanie się wiązek światła widzialnego o różnych długościach nazywamy **syntezą addytywną**.



Rys. 2. Synteza addytywna barw.

Wrażliwość oka ludzkiego na barwy wynika z obecności w siatkówce oka trzech rodzajów **fotoreceptorów**, zwanych czopkami. Każdy z rodzajów czopków jest wrażliwy na inną barwę światła: czerwoną, zieloną i niebieską. W zależności od udziału tych trzech barw zarejestrowanych przez czopki, w mózgu powstaje wrażenie barwy pochodnej.

Środek obszaru światła widzialnego przypada na długość fali około 555 nm, co odpowiada barwie żółtozielonej. Dla światła o tej barwie czułość oka jest największa. Krzywa czułości oka dąży do zera zarówno po stronie fal dłuższych jak i krótszych (Rys. 3.).



Rys. 3. Czułość oka dla światła o różnych długościach fali.

Na zasadzie addytywnego mieszania barw działają wszystkie współczesne monitory, telewizory, aparaty cyfrowe i tym podobne urządzenia. Z połączenia barw RGB (red, green, blue) w dowolnych kombinacjach ilościowych można otrzymać na ekranie szeroki zakres barw pochodnych.

Słowniczek

nanometr (nm)

(ang.: *nanometre*) jednostka długości równa 10^{-9} m.

podczerwień

(ang.: *infrared*) promieniowanie elektromagnetyczne o długościach fal większych, niż dla światła widzialnego, od 780 nm do 1 mm.

nadfiolet (ultrafiolet)

(ang.: *ultraviolet*) promieniowanie elektromagnetyczne o długościach fal mniejszych, niż dla światła widzialnego, od 10 nm do 380 nm.

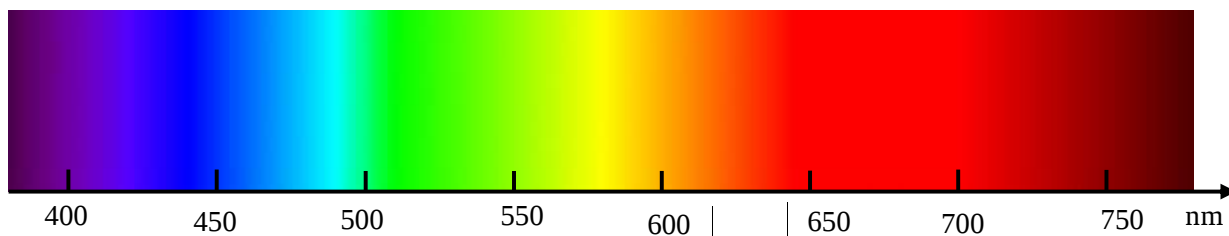
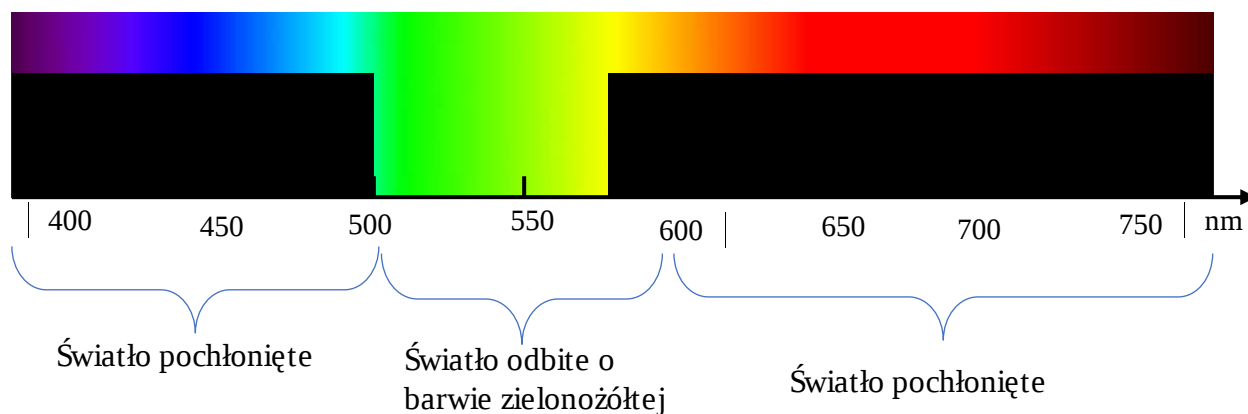
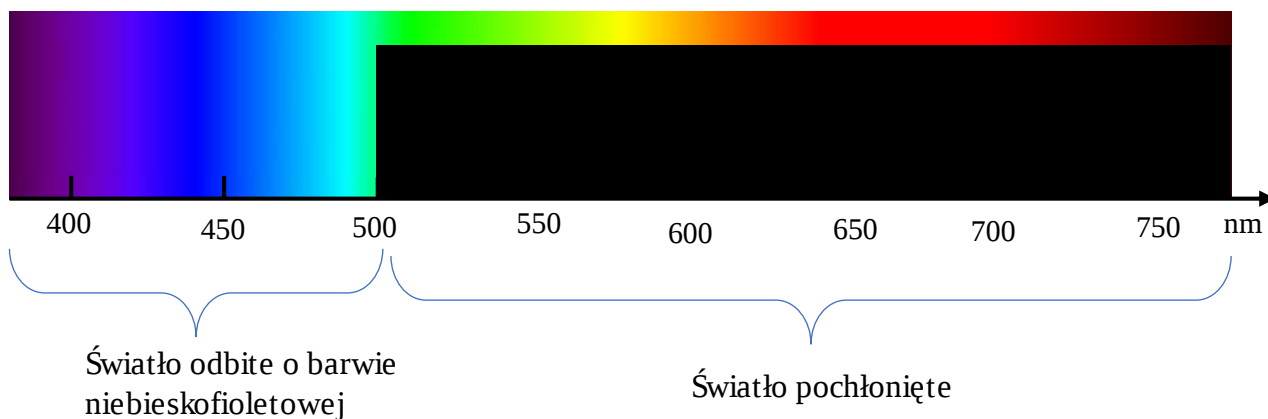
fotoreceptor

(ang.: *photoreceptor*) receptor (wyspecjalizowany narząd lub komórka, odbierający informacje z otoczenia), który pochłania światło i uruchamia określoną reakcję fizjologiczną w organizmie.

Grafika interaktywna

Dlaczego widzimy różne kolory przedmiotów?

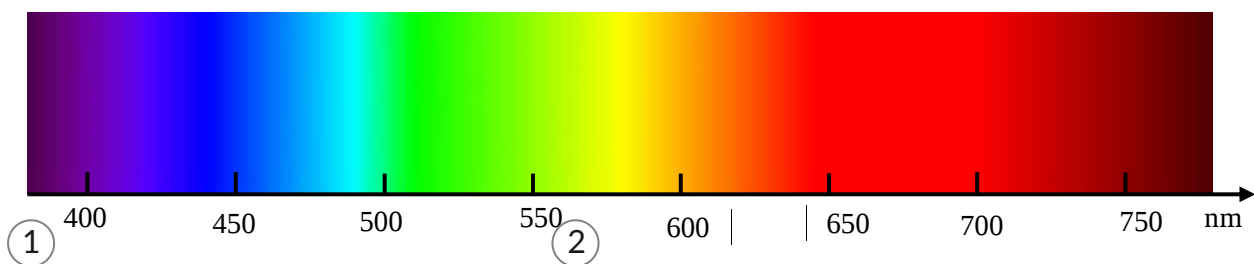
Grafika przedstawia widmo światła białego. Gdy takie światło pada na powierzchnię ciała, która pochłania określone długości fal, widzimy to ciało w pewnym kolorze. Zastanów się i sprawdź, w jakim.



Zastanów się i sprawdź, jaką barwę ma powierzchnia pochłaniająca fale o długości w zakresie:

od 500 nm do 800 nm

od 300 nm do 500 nm oraz od 580 nm do 800 nm.

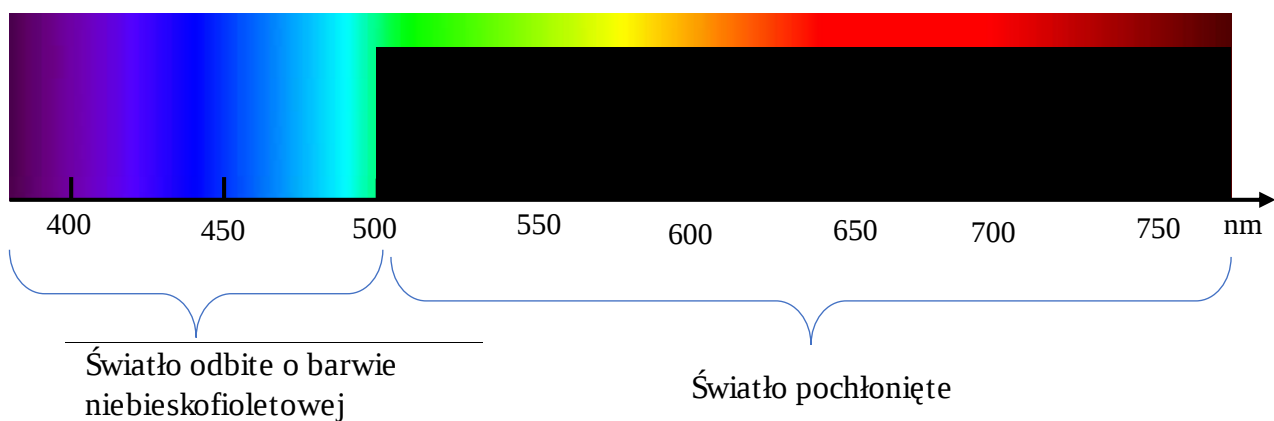


Zastanów się i sprawdź, jaką barwę ma powierzchnia pochłaniająca fale o długości w zakresie:

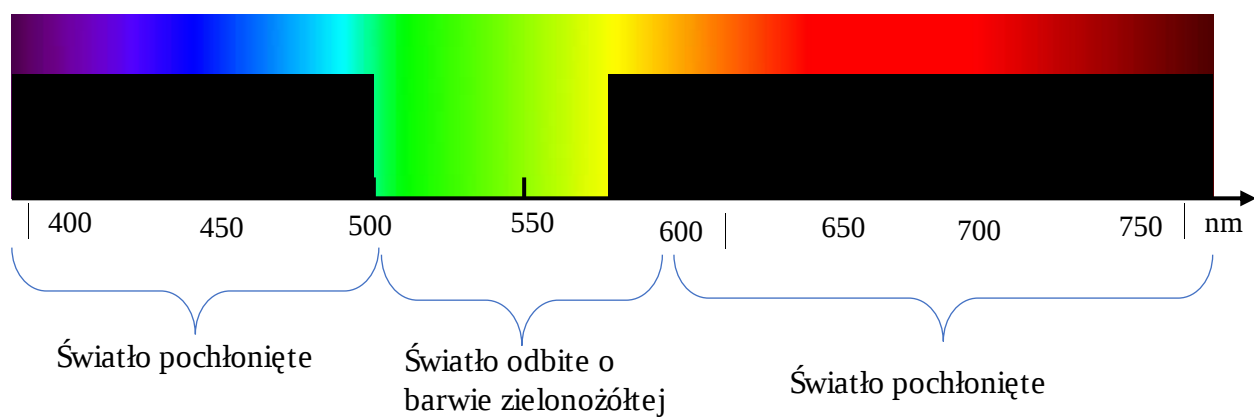
od 500 nm do 800 nm

od 300 nm do 500 nm oraz od 580 nm do 800 nm.

1. Barwa niebieskofioletowa Zakres długości fal odbitych: od 380 nm do 500 nm



2. Barwa zielonożółta Zakres długości fal odbitych: od 500 nm do 580 nm



Polecenie 1

Jaką barwę ma powierzchnia, która pochłania wszystkie długości fal z zakresu światła widzialnego?

Uzupełnij

Polecenie 2

Jaką barwę ma powierzchnia, która odbija wszystkie długości fal z zakresu światła widzialnego?

Uzupełnij

Sprawdź się

Ćwiczenie 1

Jeśli ciało pochłania światło o barwach od pomarańczowej do fioletowej, a odbija światło czerwone, to oglądane w świetle białym, będzie mieć barwę:

☐ fioletową

☐ czerwoną

☐ pomarańczową

Ćwiczenie 2

Uzupełnij zdanie:

Energia fotonu światła czerwonego jest większa/ mniejsza, niż energia fotonu światła zielonego.

Ćwiczenie 3

Uporządkuj barwy światła widzialnego według wzrastającej długości fali:

Żółta



Pomarańczowa



Niebieska



Fioletowa



Czerwona



Ćwiczenie 4

Uporządkuj barwy światła widzialnego według wzrastającej energii fotonów:



Ćwiczenie 5

Oblicz stosunek energii fotonu światła fioletowego o długości fali 380 nm do energii fotonu światła czerwonego o długości fali 780 nm. Wynik podaj z dokładnością do trzech cyfr znaczących.

$$\frac{E_f}{E_{cz}} = \boxed{}$$

Ćwiczenie 6

Na zdjęciu pokazany jest protest „żółtych kamizelek” we Francji w roku 2018. Wyjaśnij, dlaczego wybrano właśnie ten kolor na kamizelki dla robotników pracujący na drogach.



Źródło: Obier, CC BY-SA 4.0, via Wikimedia Commons

Uzupełnij

Ćwiczenie 7

Oblicz najmniejszą i największą częstotliwość fali światła widzialnego, z dokładnością do dwóch cyfr znaczących.

$$\nu_{\min} = \boxed{} \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\nu_{\max} = \boxed{} \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

Ćwiczenie 8

Oblicz, jaką największą energię może mieć foton światła widzialnego. Wyraż energię fotonu w dżulach i w elektronowoltach, z dokładnością do dwóch cyfr znaczących.

$$E_{max} = \text{[input box]} \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

lub

$$E_{max} = \text{[input box]} \text{ eV}$$

Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora:	Krystyna Wosińska
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Światło widzialne - charakterystyka
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres rozszerzony
Podstawa programowa:	<p>Cele kształcenia – wymagania ogólne</p> <p>II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.</p> <p>Zakres rozszerzony</p> <p>Treści nauczania – wymagania szczegółowe</p> <p>I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:</p> <p>4) przeprowadza obliczenia liczbowe posługując się kalkulatorem;</p> <p>7) wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach.</p> <p>XI. Fizyka atomowa. Uczeń:</p> <p>2) opisuje dualizm korpuskularno-falowy światła; stosuje pojęcie fotonu oraz jego energii.</p>
Kształtowane kompetencje kluczowe:	<p>Zalecenia Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.:</p> <ul style="list-style-type: none">• kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji,• kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii,• kompetencje cyfrowe,• kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

Cele operacyjne:	<p>Uczeń:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. opíše, czym jest światło widzialne; 2. wykorzysta związek między długością fali i częstotliwością; 3. wyjaśni, dlaczego widzimy przedmioty w różnych barwach; 4. opíše korpuskularną naturę światła; 5. przeanalizuje zjawisko syntezy addytywnej barw.
Strategie nauczania:	strategia eksperymentalno-obszewacyjna (dostrzeganie i definiowanie problemów)
Metody nauczania:	wykład informacyjny, pokaz multimedialny, analiza pomysłów
Formy zajęć:	praca w grupach, praca indywidualna
Środki dydaktyczne:	komputer z rzutnikiem lub tablety do dyspozycji każdego ucznia
Materiały pomocnicze:	e-materiał: „Widmo światła słonecznego”
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
<p>Wprowadzenie, zgodnie z treścią w części pierwszej „Czy to nie ciekawe?”.</p> <p>Odwołanie do wiedzy uczniów o zjawisku rozszczepienia światła słonecznego.</p>	
Faza realizacyjna:	
<p>Nauczyciel wyjaśnia, że światło jest falą elektromagnetyczną o takim zakresie długości fal, który jest odbierany przez ludzkie oczy. Uczniowie przypominają definicje pojęć opisujących fale (takie, jak długość fali, okres, częstotliwość) oraz stosują je do fal elektromagnetycznych. Przypominają związki pomiędzy tymi wielkościami. Nauczyciel podkreśla dwoistą naturę światła – falową i korpuskularną. Podaje i omawia wzór na energię fotonu. Uczniowie oglądają grafikę interaktywną, wyjaśniającą związek postrzeganych barw powierzchni ciał z zakresem pochłanianego i odbijanego przez nie światła, a następnie odpowiadają na pytania aktywizujące. Nauczyciel odwołuje się do potocznej i dotychczasowej wiedzy uczniów i wspólnie z nimi opisuje zjawisko syntezy addytywnej. Nawiązują przy tym do sposobu postrzegania barw przez ludzkie oko, w którym znajdują się trzy rodzaje czopków rejestrujące trzy barwy: czerwoną, zieloną i niebieską. Uczniowie zauważają, że na zasadzie addytywnego mieszania barw działają na przykład monitory, telewizory, ekrany telefonów komórkowych.</p>	
Faza podsumowująca:	
<p>Uczniowie w grupach rozwiązują zadania 7 i 8 z zestawu ćwiczeń.</p>	

Praca domowa:

Zadania z zestawu ćwiczeń, 1 - 4 obowiązkowo, do wyboru jedno z pozostałych zadań.

**Wskazówki
metodyczne
opisujące różne
zastosowania danego
multimedium**

Grafika interaktywna może też być wykorzystana przez uczniów po lekcji do powtórzenia i utrwalenia wiadomości lub jako materiał przy prowadzeniu lekcji metodą odwróconej klasy.