

Zjawisko rozszczepienia światła. Światło białe jako mieszanina barw

Wstęp do tematu: Zjawisko rozszczepienia światła. Światło białe jako mieszanina barw. Zasób zawiera: ogólny wstęp do tematu, fotografię przedstawiającą rozszczepienie światła słonecznego; odwołanie do wcześniejszej wiedzy ucznia oraz cele lekcji sformułowane w języku ucznia.

Zasób zawiera: określenie pryzmatu; fotografię pryzmatów ze szkła kwarcowego; schemat drogi promienia światła w pryzmacie; schemat rozszczepienia światła białego w pryzmacie z podpisanymi barwami; opis doświadczenia, którego celem jest zbadanie, jak i dlaczego światło ulega rozszczepieniu; zadanie interaktywne.

Zasób zawiera: wyjaśnienie problemów wynikających z rozszczepienia światła w lunetach; ilustrację załamania światła w soczewkach lunety astronomicznej; ilustrację aberracji chromatycznej wynikającej z różnego położenia ognisk dla barw podstawowych.

Zasób zawiera sześć sformułowań podsumowujących i pracę domową w postaci jednego polecenia.

Zasób zawiera wyjaśnienie pojęć: aberracja chromatyczna, pryzmat.

Zasób zawiera jedno zadanie interaktywne - zdanie do uzupełnienia.

Zjawisko rozszczepienia światła. Światło białe jako mieszanina barw

Zapewne obserwowałeś zjawisko powstawania na niebie wielobarwnego łuku – tęczy, czy piękne barwy kropelek rosy w słoneczny poranek. Jeśli nie lubisz deszczu i nie jesteś zwolennikiem porannego wstawania, możesz postawić szklankę gazowanej wody mineralnej tak, aby oświećła ją promienie słoneczne. Zaobserwujesz wówczas, że pęcherzyki gazu w szklance zmieniają swoją barwę i połysk. Wszystkie te zjawiska są efektem rozszczepienia (dyspersji) światła. Aby dowiedzieć się więcej o tym zjawisku, czytaj dalej.



Rozszczepienie światła słonecznego za pomocą pryzmatu dokonane przez Newtona w latach 1665–66 zostało uznane przez świat nauki za jeden z dziesięciu najpiękniejszych eksperymentów w historii fizyki. Uczony wykazał w ten sposób, że światło białe jest w istocie mieszaniną barw.

Źródło: Alex Dodd, dostępny w internecie: flickr.com, licencja: CC BY-NC-ND 2.0.

Przed przystąpieniem do zapoznania się z tematem, należy znać poniższe zagadnienia

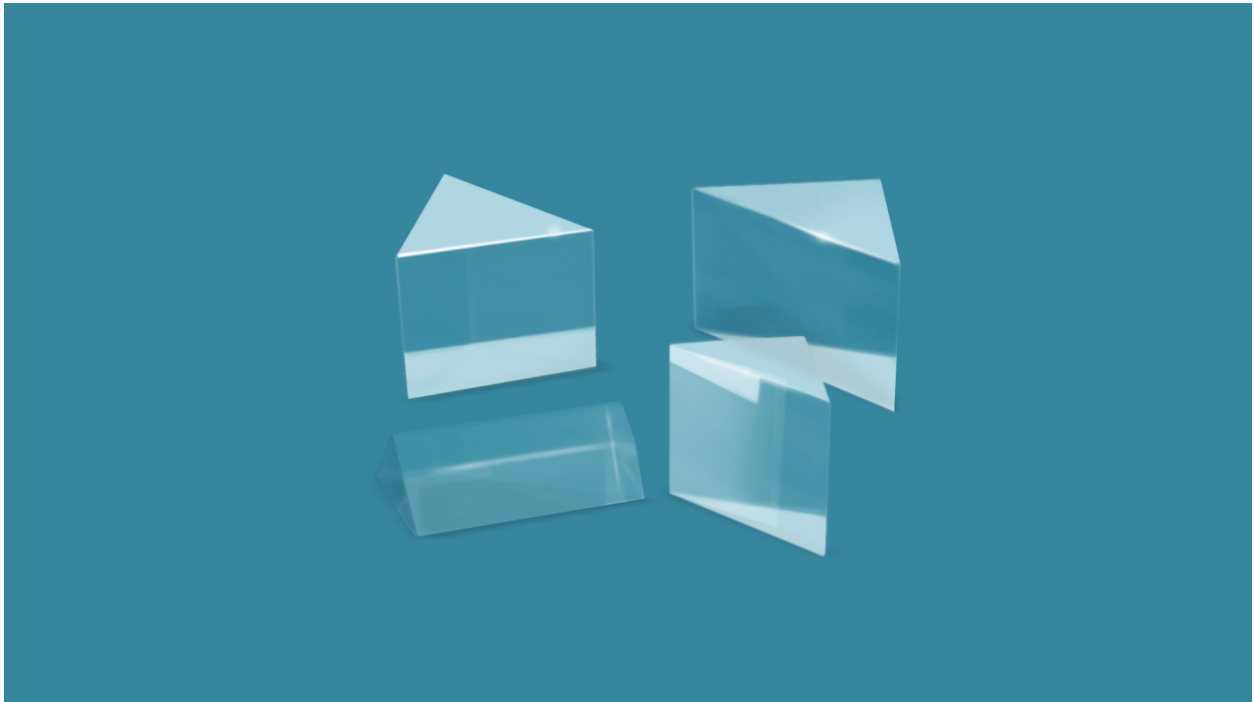
- treść prawa odbicia światła,
- przyczyny, dla których światło na granicy dwóch ośrodków ulega załamaniu.

Nauczysz się

- że światło białe jest mieszaniną barw,
- że światło białe ulega rozszczepieniu podczas przejścia przez pryzmat,
- podawać przyczyny, dla których światło białe ulega rozszczepieniu.

Rozszczepienie światła białego

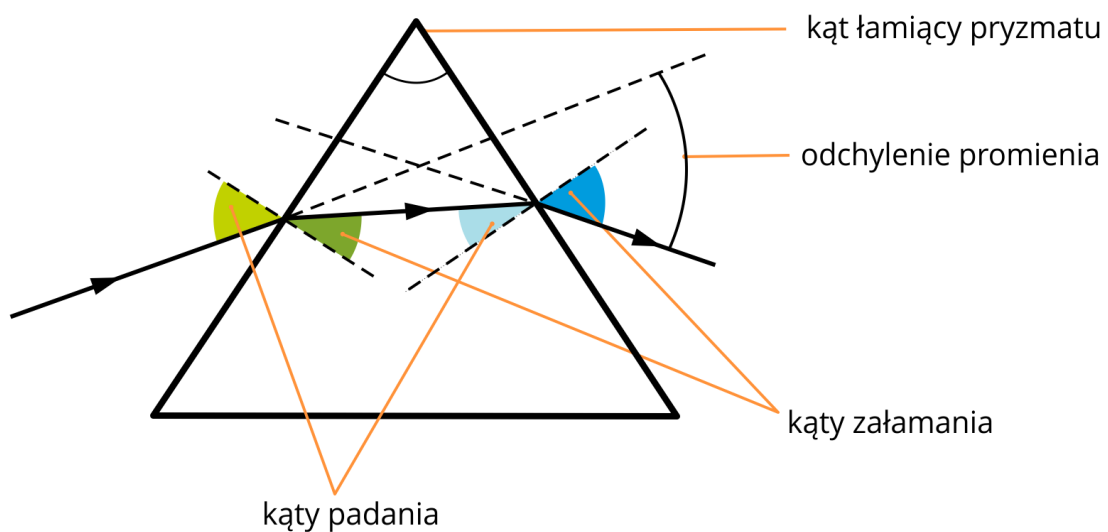
Fizykiem, który jako pierwszy udowodnił, że światło białe jest mieszaniną różnych barw, był znany nam już odkrywca prawa powszechnego ciężenia Isaac Newton. Właśnie Newton w swoim eksperymencie wykorzystał pryzmat.



Pryzmaty ze szkła kwarcowego

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

Pryzmat to bryła z materiału optycznie przezroczystego (zwykle ze szkła), będąca graniastosłupem o podstawie trójkąta. Światło przechodząc przez pryzmat, ulega podwójnemu załamaniu, po raz pierwszy na granicy ośrodków powietrze-szkło (przy wejściu do pryzmatu), po raz drugi na granicy szkło-powietrze (przy wyjściu z pryzmatu). Bieg promienia światła w pryzmacie przedstawia poniższa ilustracja.



Droga promienia światła w pryzmacie

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

Doświadczenie 1

Problem badawczy

Jak i dlaczego światło ulega rozszczepieniu?

Hipoteza

Światło białe ulega rozszczepieniu, ponieważ jest mieszaniną podstawowych, prostych barw.

Co będzie potrzebne

- źródło światła białego (latarka LED, rzutnik),
- szczelina,
- pryzmat z podstawką,
- ekran.

Instrukcja

1. Szczelinę ustaw pionowo bezpośrednio za źródłem światła.
2. Skieruj źródło światła na jedną ze ścian pryzmatu.
3. Ustaw ekran tak, aby padało na niego światło po przejściu przez pryzmat.

Podsumowanie

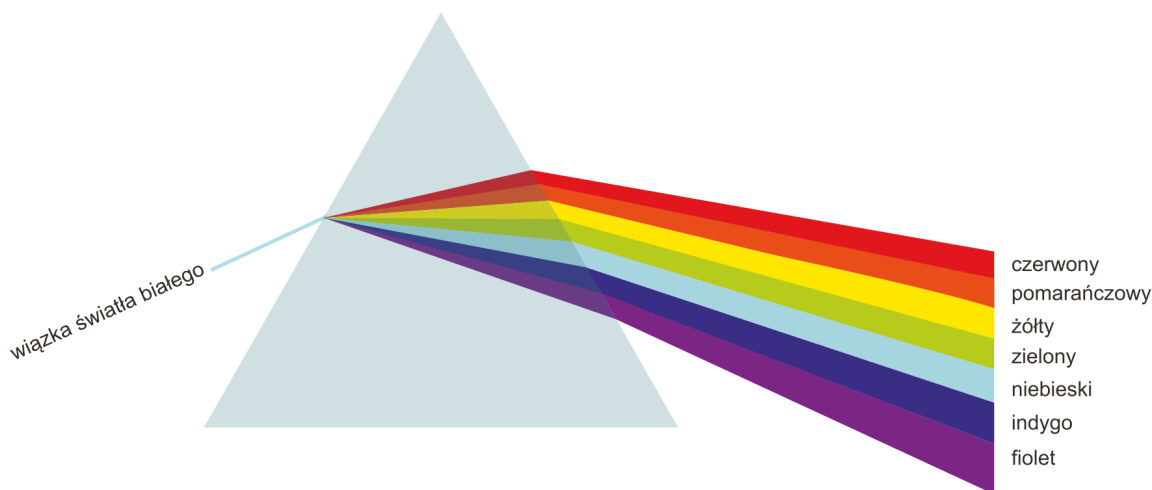
Na ekranie obserwujemy tzw. **widmo światła białego**, czyli zestaw kolorów od fioletowego do czerwonego powstały skutkiem rozszczepienia wiązki światła białego. Światło białe jest zatem mieszaniną barw.

Zapamiętaj!

Światło białe jest mieszaniną barw.

Jaki jest mechanizm powstawania widma światła białego?

Promień światła białego, 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.



Mechanizm powstawania widma światła białego podczas przejścia przez pryzmat

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

Zapamiętaj!

Podczas przejścia przez pryzmat największemu odchyleniu od pierwotnego kierunku ulega światło fioletowe, a najmniejszemu czerwone.

Rozszczepienie odbywa się już przy wejściu światła białego do **pryzmatu**. Podczas wyjścia kąty załamania, pod którymi składowe barwy światła białego opuszczają pryzmat, rosną, dzięki czemu zjawisko staje się lepiej widoczne.

Rozszczepianie światła pozwala wytłumaczyć wiele zjawisk obserwowanych w przyrodzie, np. powstawanie tęczy.

Ćwiczenie 1



Uporządkuj według kolorów otrzymane w pryzmacie widmo światła białego, rozpoczynając od barwy czerwonej.

pomarańczowy



fioletowy



zielony



czerwony



żółty



niebieski



indygo



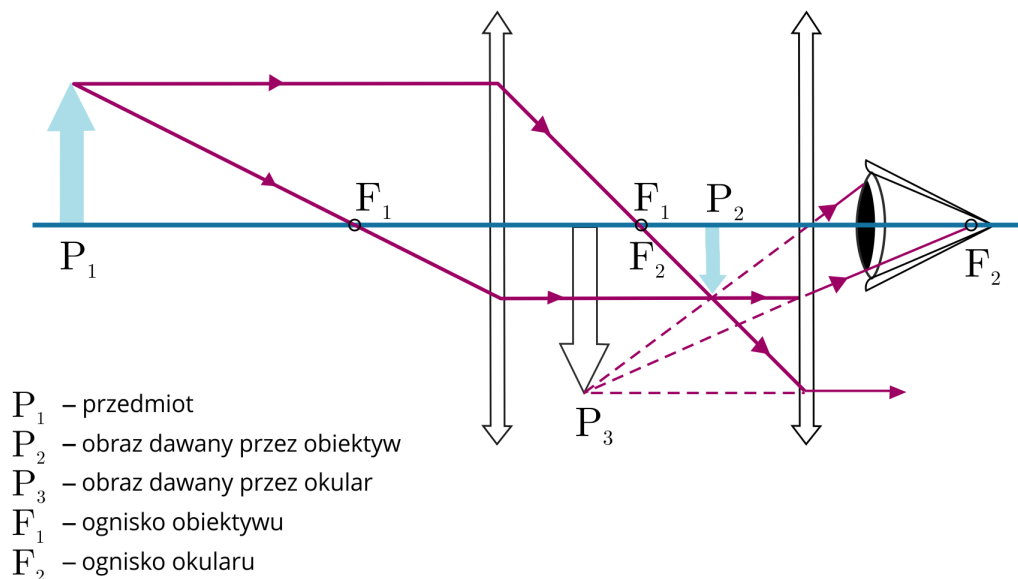
Źródło: Dariusz Kajewski, licencja: CC BY 3.0.

Problemy wynikające z rozszczepienia światła

Rozszczepienie światła jest pięknym i widowiskowym zjawiskiem, ale może być także kłopotliwe. Pierwsze obserwacje nieba prowadzone były przy użyciu lunet, które posiadały pojedyncze szklane soczewki.

Luneta astronomiczna Keplera to układ dwóch soczewek skupiających, tak dobranych, aby ognisko obiektywu (soczewki dalszej od oka) pokrywało się z ogniskiem okularu (soczewki bliższej oku).

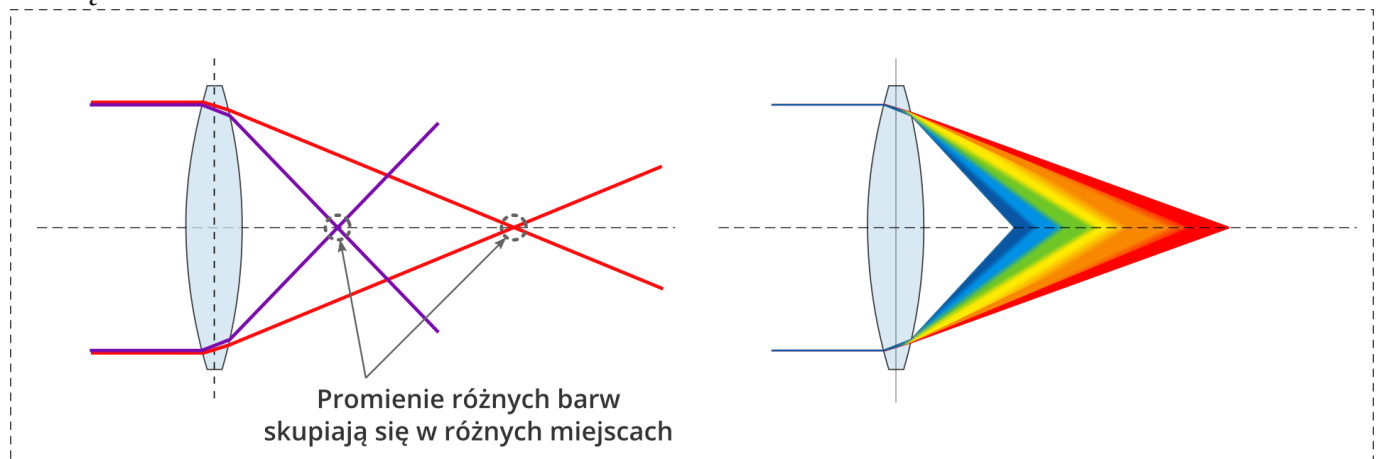
Luneta astronomiczna Kepplera



Załamanie światła w soczewkach lunety astronomicznej. Jest tak skonstruowana, aby ognisko okularu znajdowało się w oku obserwatora, oznaczonym jako czarna "soczewka" na rysunku.

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

W przypadku gdy przez soczewkę przebiega wiązka światła i ulega załamaniu, to podobnie jak w pryzmacie, zwłaszcza w przypadku „grubych” soczewek, może dojść do rozszczepienia światła na barwy podstawowe. Każda z barw ma inne ognisko – nie ma zatem jednego punktu, w którym zbiegają się wszystkie promienie świetlne. W rezultacie możemy zauważyć kolorową obwódkę wokół obserwowanych przedmiotów oraz odczuć utratę ostrości widzenia ich obrazu.



Aberracja chromatyczna

Źródło: Krzysztof Jaworski, Bob Mellish, dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, licencja: CC BY 3.0.

Zjawisko, o którym mowa powyżej, nazywamy **aberracją chromatyczną**. Wpływa ona na jakość obrazu zarówno przy obserwacjach astronomicznych wykonywanych przy zastosowaniu prostych teleskopów, jak i na proces powstawania zwykłych zdjęć, gdyż aparaty fotograficzne wyposażone są w plastikowe lub szklane obiektywy. Efekt ten można skorygować, używając układu odpowiednio dobranych soczewek (układu achromatycznego) zamiast pojedynczych soczewek.

Ćwiczenie 2

Gdy zachodzi aberracja chromatyczna, które z ognisk znajduje się bliżej soczewki – światła czerwonego czy światła fioletowego? Uzasadnij odpowiedź.

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Podsumowanie

- Pryzmat to bryła z materiału optycznie przezroczystego (zwykle ze szkła), będąca graniastosłupem o podstawie trójkąta.
- Światło przechodząc przez pryzmat ulega podwójnemu załamaniu, po raz pierwszy na granicy ośrodków powietrze – szkło (przy wejściu do pryzmatu), po raz drugi na granicy szkło – powietrze (przy wyjściu z pryzmatu).
- Widmo światła białego jest to zestaw kolorów od fioletowego do czerwonego, płynnie przechodzących jeden w drugi, będący wynikiem rozszczepienia wiązki światła białego.
- Światło białe jest mieszaniną barw.
- Podczas przejścia przez pryzmat największemu załamaniu ulega światło fioletowe, a najmniejszemu – czerwone.
- Aberracja chromatyczna to wada soczewki spowodowana rozszczepieniem światła białego na barwy składowe, przez co każda z barw posiada własne ognisko, leżące w różnej odległości od soczewki.

Ćwiczenie 3

Dlaczego odbicie światła białego od zwierciadła (bez warstwy szkła) nie powoduje jego rozszczepienia? Odpowiedź zapisz w poniższym polu.

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4



Uzupełnij zdanie tak, aby było prawdziwe. Wpisz odpowiednie słowo w lukę.

Newton rozszczępił światło przy pomocy .

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Słownik

aberracja chromatyczna

wada soczewki spowodowana rozszczepieniem światła białego na barwy składowe, przez co każda z barw posiada ognisko leżące w różnej odległości od soczewki

pryzmat

bryła z materiału optycznie przezroczystego (zwykle ze szkła), będąca graniastosłupem o podstawie trójkąta