

26. Zjawisko załamania światła



Zjawisko załamania światła jest przyczyną wielu ciekawych iluzji. Na przykład łyżeczka zanurzona w wodzie wydaje się złamana, a zbiornik wody – płytszy niż w rzeczywistości. To zjawisko występuje m.in. wtedy, gdy światło przechodzi z powietrza do wody, z wody do powietrza, z powietrza do szkła (i odwrotnie), a także podczas przechodzenia między warstwami powietrza o różnej gęstości optycznej. Zjawiska załamania światła nie należy mylić ze zjawiskiem ugięcia światła. Ugięcie (dyfrakcja) polega na zmianie kierunku rozchodzenia się światła (jego odchyłaniu) podczas przechodzenia przez niewielkie otwory lub po napotkaniu przeszkody.

Na tej lekcji¹ uczniowie się dowiedzą, co się dzieje ze światłem na granicy dwóch ośrodków różniących się prędkością rozchodzenia się światła oraz czym światło białe różni się od światła lasera. Będą doświadczalnie demonstrowali zjawisko załamania światła na granicy ośrodków oraz rozszczepienie światła w pryzmacie.

Środki dydaktyczne:

- przezroczyste naczynie, wskaźnik laserowy, pryzmat, kartka papieru, silna latarka²,
- ilustracje (zamieszczone w podręczniku, w tym infografika *Powstawanie tęczy*; można też wykorzystać inne, np. z internetu).

Metody pracy uczniów:

- analiza ilustracji i tekstów (opisów doświadczeń),
- doświadczenia (samodzielnie lub w grupach),
- dyskusja,
- rozwiązywanie prostych zadań (dotyczących załamania światła).

Wiedza uprzednia:

- z lekcji przyrody realizowanych w klasach 4–6 według poprzedniej podstawy programowej³ dla szkoły podstawowej (liczba w nawiasie oznacza numer wymagania):
uczeń:

- bada doświadczalnie prostoliniowe rozchodzenie się światła (...) (11.4);
- z poprzednich lekcji fizyki (w nawiasie podano numer wymagania i numer tematu lub numery tematów w podręczniku):
uczeń:
 - (...) posługuje się pojęciem prędkości rozchodzenia się fali (wymaganie VIII.4; tematy 17, 18, 20),
 - ilustruje prostoliniowe rozchodzenie się światła w ośrodku jednorodnym (...) (wymaganie IX.1; temat 21).

Realizacja wymagań

Na tej lekcji będą nabywane lub rozwijane następujące umiejętności określone w podstawie programowej kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej:

„kluczowe” (liczba w nawiasie oznacza numer zapisu we wstępie do podstawy programowej):

- sprawne komunikowanie się (...) (1),
- sprawne wykorzystywanie narzędzi matematyki (...) (2),
- poszukiwanie, porządkowanie, krytyczna analiza oraz wykorzystywanie informacji z różnych źródeł (3),
- praca w zespole (...) (6);

dla przedmiotu fizyka (liczba w nawiasie oznacza numer wymagania):

- **ogólne:**
 - wykorzystywanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości (I),
 - rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych (II),
 - prowadzenie (...) doświadczeń oraz wnioskowanie na podstawie ich wyników (III),
 - posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych (IV);
- **szczegółowe:**
uczeń:
 - wyodrębnia z tekstów, tabel (...), rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska; ilustruje je w różnych postaciach (I.1),
 - wyodrębnia zjawisko z kontekstu, nazywa je oraz wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla jego przebiegu (I.2),
 - (...) przeprowadza wybrane (...) doświadczenia, korzystając z ich opisów (I.3),
 - opisuje przebieg doświadczenia lub pokazu; wyróżnia kluczowe kroki i sposób postępowania oraz wskazuje rolę użytych przyrządów (I.4),
 - przestrzega zasad bezpieczeństwa podczas wykonywania (...) doświadczeń (I.9),
 - (...) posługuje się pojęciem prędkości rozchodzenia się fali (VIII.4),
 - opisuje jakościowo zjawisko załamania światła na granicy dwóch ośrodków różniących się prędkością rozchodzenia się światła; wskazuje kierunek załamania (IX.6),
 - opisuje światło białe jako mieszaninę barw i ilustruje to rozszczepieniem światła w pryzmacie; wymienia inne przykłady rozszczepienia światła (IX.10),
 - opisuje światło lasera jako jednobarwne i ilustruje to brakiem rozszczepienia w pryzmacie (IX.11),
 - doświadczalnie demonstruje (...) zjawisko załamania światła na granicy ośrodków (...) (IX.14a),

¹ Można rozważyć przeznaczenie na realizację tego tematu 2 godzin.

² Co najmniej po jednym komplecie dla grupy uczniów.

³ Dotyczy uczniów, którzy rozpoczęli lub rozpoczynają naukę w klasie 7 we wrześniu w latach 2017–2019.

- doświadczalnie demonstruje rozszczepienie światła w pryzmacie (IX.14c).

Realizacja zagadnienia

Część wstępna

Przypominamy wiadomości dotyczące właściwości światła. Po wcześniejszych lekcjach uczniowie powinni wiedzieć, że światło widzialne należy do fal elektromagnetycznych, a różnym barwom światła odpowiadają różne długości fal (od 380 nm do 780 nm). Powinni się także dowiedzieć, że w ośrodku jednorodnym (przezroczystym) światło rozchodzi się prostoliniowo, a w różnych ośrodkach⁴ światło rozchodzi się z różną prędkością, zawsze mniejszą niż w próżni (powietrzu).

Część główna

Proponujemy uczniom obserwację przedmiotów zanurzonych w cieczy, np. łyżeczki w szklance z herbatą, słomki w szklance z wodą czy patyka zanurzonego w jeziorze (przedmioty wydają się złamane na granicy powietrza i wody). Informujemy ich, że obserwowali efekty zjawiska **załamania światła**. W celu zbadania tego zjawiska polecamy przeprowadzenie obowiązkowego doświadczenia 54, opisanego na str. 246 podręcznika⁵.

Na podstawie wyników doświadczenia uczniowie formułują wnioski, np.:

1. Na granicy powietrza i wody promień światła lasera zmienia kierunek biegu (załamuje się).
2. Jeśli promień światła lasera przechodzi z powietrza do wody, załamuje się ku normalnej: kąt załamania jest mniejszy niż kąt padania.
3. Jeśli światło przechodzi z wody do powietrza, załamuje się od normalnej; kąt załamania jest większy niż kąt padania.
4. Jeśli światło pada na granice ośrodków prostopadle ($\alpha = 0$), nie ulega załamaniu.

Wprowadzamy pojęcie **kąta załamania** (β). Omawiając **jakościowo** zjawisko załamania światła na granicy dwóch ośrodków, odsyłamy uczniów do rysunków na str. 247 podręcznika (dla $\beta < \alpha$ i $\beta > \alpha$). Podkreślamy przyczynę załamania światła – **różnicę prędkości** rozchodzenia się światła w tych ośrodkach. Zaznaczamy, że im większa różnica między prędkościami światła w ośrodkach, tym silniej załamuje się światło⁶. Informujemy, że w rzeczywistości na granicy ośrodków światło również się odbija. Omawiając przejście

promienia świetlnego z wody do powietrza, możemy zapytać: Jaki może być maksymalny kąt załamania? Jak będzie biegł promień świetlny padający pod jeszcze większym kątem? Uczniowie zapewne sformułują hipotezę, że kąt załamania może mieć maksymalną miarę 90° , a przy dalszym zwiększaniu kąta padania zaobserwujemy tylko promień odbity⁷. Wyjaśniamy, czym jest **pryzmat** i na czym polega **rozszczenie** światła białego.

Polecamy uczniom wykonanie obowiązkowego doświadczenia 55, które opisano na str. 249 podręcznika. Uczniowie powinni zauważyć, że po drugiej stronie pryzmatu w przypadku światła lasera widać promień takiej samej barwy (odchylony od kierunku promienia wchodzącego do lasera), a w przypadku światła latarki – **barwne widmo** podobne do tęczy. Zauważą też, że światło **fioletowe** załamuje się **najbardziej**, a światło **czerwone** – **najmniej**. Informujemy, że barwne widmo jest efektem zjawiska **rozszczenia światła** białego na barwy składowe. Wyjaśniając to zjawisko, odsyłamy uczniów do rys. A na str. 251 podręcznika. Podkreślamy, że każdej barwie światła odpowiada inna prędkość rozchodzenia się fali w danym ośrodku (innym niż próżnia). Zaznaczamy różnicę między światłem białym a światłem lasera (światło białe jest mieszaniną wielu barw o różnych długościach fali, a światło lasera jest jednobarwne i ma ściśle określoną długość fali, dlatego nie rozszczepia się w pryzmacie).

Podsumowanie

Podkreślamy różnicę między światłem białym a światłem lasera. Upewniamy się, czy uczniowie potrafią opisać zjawisko załamania dla światła białego i światła lasera. Omawiając powstawanie tęczy jako przykład rozszczepienia światła słonecznego (białego), odsyłamy uczniów do infografiki *Powstawanie tęczy* na str. 250–251 podręcznika. Uczniowie podają inne przykłady rozszczepienia światła, następnie wykonują wybrane zadania ze str. 252–253 podręcznika.

Zadanie domowe

Polecamy wykonanie pozostałych zadań ze str. 252–253. Zainteresowani mogą poszukać dodatkowych informacji o zastosowaniu pryzmatów i laserów lub podjąć się realizacji projektu związanego z zagadkowymi zjawiskami optycznymi⁸ (jak: fatamorgana, znikające kałuże na asfaltowej szosie, podwójna tęcza).

⁴ Odsyłamy uczniów do tabeli 2 zamieszczonej na str. 212 podręcznika.

⁵ Zwracamy uwagę na ochronę wzroku. Światło lasera jest silnie ukierunkowane i ma bardzo dużą moc, dlatego nie wolno go kierować na oczy, bo można je uszkodzić.

⁶ Zmienia się długość fali światła danej barwy, ale częstotliwość i barwa pozostają takie same (każdej barwie odpowiada ściśle określona częstotliwość, niezależna od rodzaju ośrodka, w którym światło się rozchodzi).

⁷ Uczniowie mogą to sprawdzić doświadczalnie.

⁸ Na str. 266–267 zamieszczono infografikę *Miraże i inne ciekawe obserwacje*.