

# PAKIET MATERIAŁÓW DYDAKTYCZNYCH

do kształcenia na odległość dla nauczycieli  
fizyki III etapu edukacyjnego

Projekt „Wsparcie placówek doskonalenia nauczycieli i bibliotek pedagogicznych w realizacji zadań związanych z przygotowaniem i wsparciem nauczycieli w prowadzeniu kształcenia na odległość”

Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Materiał opracowany w ramach grantu przez Centrum Doskonalenia Nauczycieli w Lesznie

## **SCENARIUSZ ZAJĘĆ DLA:**

uczniów LO – poziom rozszerzony

## **PROWADZONYCH PRZEZ:**

nauczyciela fizyki

### **TEMAT:**

Doświadczalne badanie zjawiska załamania światła

### **CELE KSZTAŁCENIA – WYMAGANIA OGÓLNE:**

Planowanie i przeprowadzanie obserwacji oraz doświadczeń i wnioskowanie na podstawie ich wyników. (Podstawa programowa. Cele kształcenia – wymagania ogólne pkt. III)

### **TREŚCI NAUCZANIA – WYMAGANIA SZCZEGÓŁOWE:**

Uczeń:

- przeprowadza wybrane obserwacje, pomiary i doświadczenia, korzystając z ich opisów (Podstawa programowa. Treści nauczania – wymagania szczegółowe. I. Wymagania przekrojowe – pkt. 10);
- rozpoznaje zależność rosnącą lub malejącą na podstawie danych z tabeli lub na podstawie wykresu;
- rozpoznaje proporcjonalność prostą na podstawie wykresu (Podstawa programowa. Treści nauczania – wymagania szczegółowe. I. Wymagania przekrojowe – pkt. 8);
- stosuje prawo załamania fal na granicy dwóch ośrodków.

### **METODY PRACY:**

Praktyczna – laboratoryjna. Forma pracy: indywidualna.

### **ŚRODKI DYDAKTYCZNE:**

- komputer z dostępem do sieci Internet,
- oprogramowanie – MS Office lub Libre Office,
- oprogramowanie umożliwiające pracę zdalną (MS Teams, Google Meet lub inne).

### **PRZEWIDYWANY CZAS:**

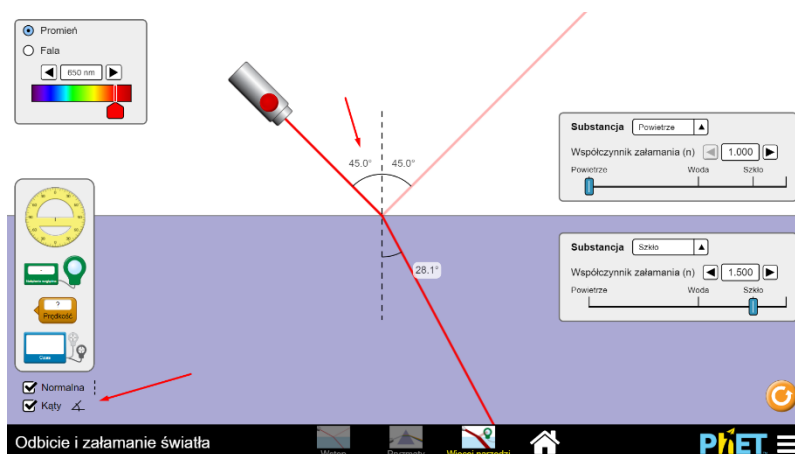
45 minut

## PROPONOWANY PRZEBIEG ZAJĘĆ:

1. Faza przygotowawcza (sprawy porządkowe).
2. Faza realizacji.
  - a. Krótkie przypomnienie zjawiska odbicia światła (fali) i prawa odbicia, które omawiane było na wcześniejszych lekcjach. Jako ilustrację używamy symulacji dostępnej pod adresem [https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light\\_pl.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_pl.html), wykorzystując opcję „Więcej narzędzi”.



Symulacja pozwala na wyświetlanie kątów, co ułatwia zilustrowanie prawa odbicia.



Przekazujemy uczniom (np. poprzez opcję konwersacji MS Teams) link do symulacji i prosimy o jej uruchomienie na ich komputerach.

- b. Zwracamy uwagę uczniów na to, że wiązka promieni padających na granicę ośrodków rozdziela się na wiązkę odbitą i wiązkę przechodzącą do drugiego ośrodka – załamaną.

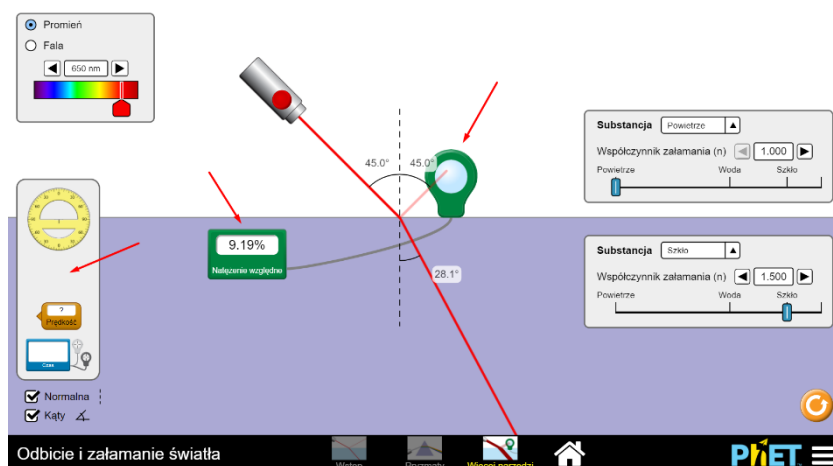
## Zapis notatki w zeszytach przedmiotowych

1). Wiązka promieni świetlnych padających na granicę dwóch ośrodków przezroczystych dla światła podlega rozdzieleniu na wiązkę odbitą i załamana.

Weryfikujemy poprawność stwierdzenia:

Energia niesiona przez wiązkę promieni padających rozdzielana jest równomiernie („pół na pół”) pomiędzy wiązkę odbitą i załamana.

W tym celu wykorzystujemy narzędzie „Natężenie względne” z zasobnika symulacji.



c. Prosimy uczniów (wskazując wybrane osoby) o określenie, czy i w jaki sposób proporcje, w jakich energia wiązki padającej zostaje rozdzielona pomiędzy wiązkę odbitą i załamana, zależy od kąta padania.

Prosimy wskazanych uczniów, aby na podstawie swoich obserwacji sformułowali wniosek.

(np. Im większy kąt padania światła, tym większa część energii przenoszona jest przez wiązkę promieni odbitych).

## Zapis notatki w zeszytach przedmiotowych

Jako punkt drugi zapisujemy w zeszytach sformułowany wraz z uczniami wniosek.

2). W momencie uruchomienia symulacji, jako ośrodki wykorzystywane są: powietrze i szkło, a kąt padania wynosi 45 stopni.

**Ważne!** Prosimy uczniów, aby wybrali kąt padania 20 stopni.

Ma to na celu zapobieżenie wystąpienia na tym etapie badań zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia. Zjawisko to zostanie wprowadzone

w końcowym etapie lekcji.

Prosimy, aby uczniowie zbadali, czy wartość kąta załamania zależy od rodzaju użytych substancji. W razie potrzeby sugerujemy uczniom pary substancji (powietrze-woda, szkło-powietrze, woda-szkło itp.)

Prosimy wskazanych uczniów o sformułowanie wniosku wynikającego z dokonanych obserwacji.

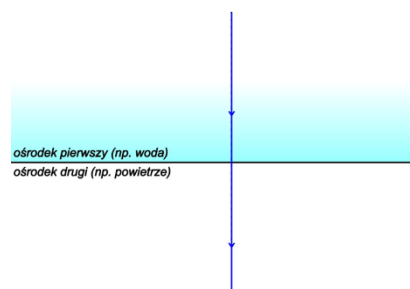
### Zapis notatki w zeszytach przedmiotowych

Notujemy w zeszytach spostrzeżenia uczniów, wpływając tylko na poprawność merytoryczną i językową!

Na przykład:

3). Stopień, w jakim promień świetlny ulega załamaniu, zależy od rodzaju obu substancji, zarówno tej, z której pada światło, jak i tej, do której przenika.

4). W niektórych przypadkach kąt załamania jest mniejszy (np. przy przejściu światła z powietrza do wody), w innych jest większy od kąta padania (np. przy przejściu ze szkła do powietrza).



- d. Prosimy uczniów o ponowne wybranie układu substancji „powietrze-szkło” i zmianę kąta padania na 0 stopni.

Zadajemy uczniom pytanie: *Czy w tej sytuacji występuje załamanie fali świetlnej?*

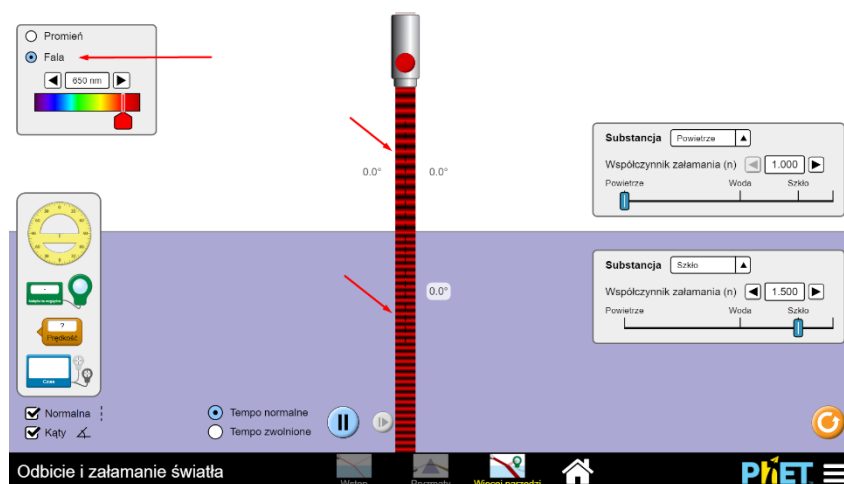
## Zapis notatki w zeszytach przedmiotowych

5). Jeśli kąt padania ma wartość zero stopni, to kąt załamania ma również wartość zero stopni, czyli w tej sytuacji załamanie nie występuje.

e. Zadajemy uczniom pytanie: *Czy wobec tego w tym przypadku „nic się nie dzieje”?*

W celu zweryfikowania udzielonych przez uczniów odpowiedzi prosimy o wybranie w symulacji opcji „Fala” i ponownie zadajemy to pytanie.

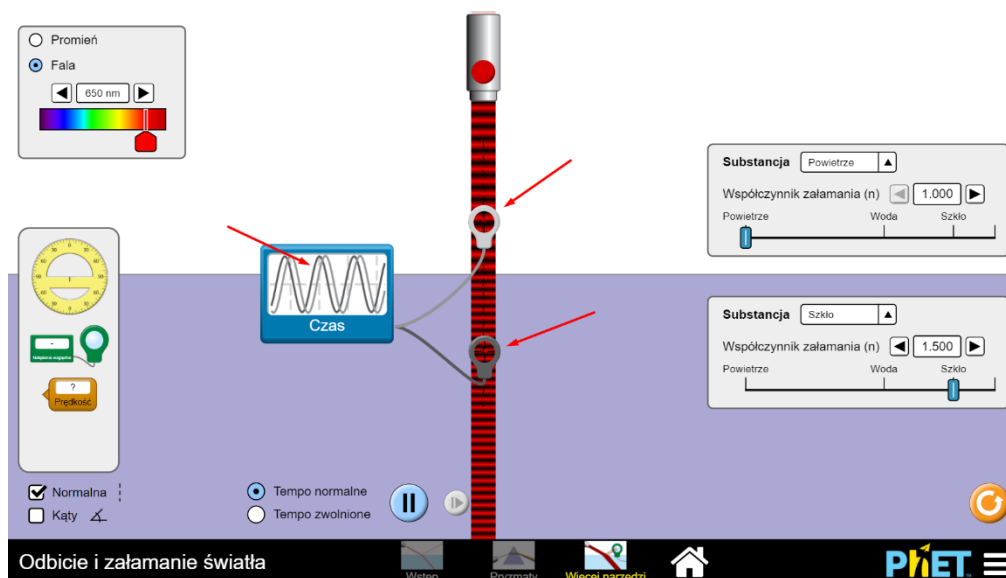
Uczniowie powinni zauważyć, że prędkości i długości fali w obu ośrodkach są różne.



f. Wspólnie z uczniami badamy, czy przy przejściu fali świetlnej przez granicę ośrodków następuje zmiana okresu fali, a co za tym idzie jej częstotliwości. W tym celu wykorzystujemy narzędzie „Czas” z zasobnika symulacji. Narzędzie to posiada dwie sondy, których wyniki pomiarów przedstawiane są w postaci animowanego wykresu.

W badaniu ustawiamy sondy tak, aby pokazać, że obie fale – w pierwszym i w drugim ośrodku – mają taki sam okres.

Po zademonstrowaniu metody prosimy uczniów o powtórzenie przedstawionych czynności.



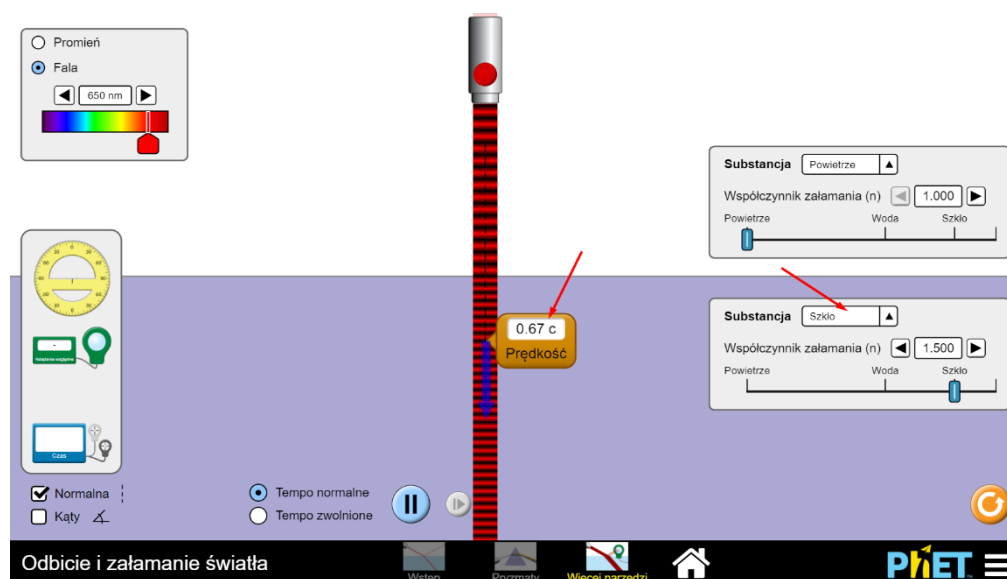
## Zapis notatki w zeszytach przedmiotowych

6). Przy przejściu fali świetlnej przez granicę dwóch ośrodków nie ulega zmianie okres i częstotliwość fali, zmienia się jej szybkość i długość.

**g.** Zadajemy uczniom pytanie: *Czy szybkość fali świetlnej zależy od rodzaju ośrodka?*

Aby uzyskać odpowiedź na postawione pytanie, prosimy uczniów o wykorzystanie narzędzia „Prędkość” z zasobnika i zbadanie szybkości fali dla różnych ośrodków. Narzędzie to podaje szybkość jako krotność szybkości światła w próżni.

Ponadto prosimy o sprawdzenie, w którym ośrodku – szkłe czy wodzie – światło porusza się szybciej. (Ten fakt będzie nam potrzebny w kolejnym etapie lekcji).



### Zapis notatki w zeszytach przedmiotowych

7). Szybkość światła zależy od rodzaju ośrodka (substancji).

h. Zadajemy uczniom pytanie: *Czy kąt, pod którym załamuje się światło, ma związek z szybkością fali świetlnej w ośrodkach, przez których granicę światło przenika? A jeśli tak, to jaka to zależność? (jakościowo)*

W celu udzielenia odpowiedzi na postawione pytanie prosimy uczniów o zmianę kąta padania na 20 stopni (ponownie ma to na celu o uniknięcie wystąpienia zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia światła) oraz powietrza, jako pierwszego ośrodka i szkła, jako ośrodka drugiego.

Następnie prosimy uczniów o sprawdzenie, czy zmiana drugiego ośrodka na wodę spowoduje zmianę kąta załamania, a jeśli tak, to czy kąt ten jest większy, czy mniejszy.





- i. Zadajemy uczniom pytanie: *Od czego zależy czy kąt załamania jest większy, czy mniejszy od kąta padania światła?*

Sugerujemy uczniom sprawdzenie, czy postawione pytanie ma związek z relacją pomiędzy szybkościami światła w obu ośrodkach.

W tym celu prosimy uczniów o zbadanie tego problemu dla różnych kombinacji substancji i wyciągnięcie wniosków.

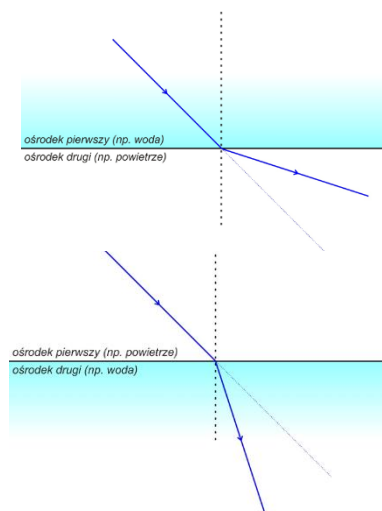
**Zapis notatki w zeszytach przedmiotowych**

8). Kąt załamania światła jest mniejszy od kąta padania, jeśli szybkość światła w ośrodku pierwszym jest większa niż w drugim.

Kąt załamania światła jest większy od kąta padania, jeśli szybkość światła w ośrodku pierwszym jest mniejsza niż w drugim.

- j. Zadajemy uczniom pytanie: *Jaka jest (jakościowo) relacja pomiędzy kątem padania a kątem załamania?*

Prosimy uczniów o zbadanie, jak zmienia się kąt załamania przy zmianie kąta padania i sformułowanie odpowiedniego wniosku. W tym celu uczniowie powinni w symulacji zmieniać kąt padania i obserwować zmiany kąta załamania.



Ważne! Najprawdopodobniej w trakcie tej części ćwiczenia uczniowie zauważą, że w pewnych warunkach światło nie przenika do drugiego ośrodka.

Informujemy wówczas uczniów, że takie zjawisko to całkowite wewnętrzne odbicie, które analizować będziemy na dalszych lekcjach. Można w tym momencie, jeśli pozwala na to pozostały czas lekcji, poprosić uczennicę/uczniwa o określenie warunków, w jakich udało się uzyskać taki efekt.

### **Zapis notatki w zeszytach przedmiotowych**

9). Jeśli zwiększa się kąt padania światła, rośnie również kąt załamania.

k. Zadajemy uczniom pytanie: *Jaki jest matematyczny związek pomiędzy kątem padania i kątem załamania światła?*

W celu udzielenia odpowiedzi na postawione pytanie udostępniamy uczniom (np. poprzez opcję konwersacji MS Teams) ćwiczenie „LAB – Prawo załamania światła” (załącznik nr 1 do scenariusza) i prosimy o jego wykonanie, a następnie odesłanie pliku np. za pomocą poczty elektronicznej. (Celem odesłania ćwiczenia jest zweryfikowanie wykonania ćwiczenia przez wszystkich uczniów).


Ćwiczenie jest zawarte w pliku Excel. Jest w pełni interaktywne, tzn. zawiera

**LAB - Prawo załamania światła.**  
Jaka jest zależność pomiędzy sinusem kąta padania a sinusem kąta załamania?

[POWRÓT DO ĆWICZENIA](#)

**INSTRUKCJE WYKONANIA ĆWICZENIA**

1. Uruchom symulację. Następnie wybierz opcję "Więcej narzędzi".  
[link](#)
2. Włącz wyświetlanie kątów.



0

sinus kąta załamania

przyciski pozwalające uruchomić symulację...

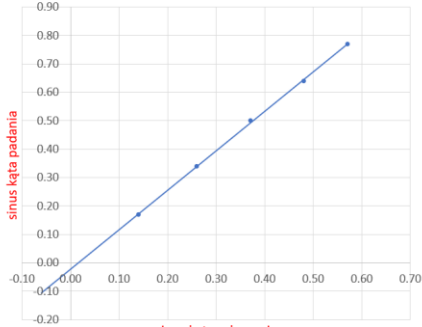
...oraz przejść do instrukcji („krok po kroku”) wykonania ćwiczenia.

**LAB - Prawo załamania światła.**  
Jaka jest zależność pomiędzy sinusem kąta padania a sinusem kąta załamania?

[LINK DO SYMULACJI](#)

[INSTRUKCJE](#)

#	kąt padania	kąt załamania	#	sinus kąta padania	sinus kąta załamania
1	10	8	1	0.17	0.14
2	20	15	2	0.34	0.26
3	30	22	3	0.50	0.37
4	40	29	4	0.64	0.48
5	50	35	5	0.77	0.57



sinus kąta załamania

Rolą ucznia jest wykonanie pomiarów kąta załamania światła dla pięciu wskazanych kątów padania i zapisanie ich we wskazanych komórkach tabeli.

Z wprowadzonych danych arkusz kalkulacyjny automatycznie tworzy wykres zależności sinusa kąta padania od sinusa kąta załamania.

Po wykonaniu ćwiczenia przez wszystkich uczniów prosimy wybraną osobę o udostępnienie ekranu i przedstawienie otrzymanego rezultatu.

Wykorzystując wyświetlony na ekranie efekt pracy ucznia, analizujemy (w formie dyskusji) otrzymaną zależność.

Uczniowie powinni zwrócić uwagę na liniowość uzyskanego wykresu oraz na fakt, że linia (w przybliżeniu) przechodzi przez początek układu współrzędnych. Pozwala to na wyciągnięcie wniosku o proporcjonalności sinusa kąta padania i sinusa kąta załamania i, w konsekwencji, spostrzeżeniu, że iloraz tych dwóch funkcji jest stały.

### ***Zapis notatki w zeszytach przedmiotowych***

9. Jaki jest matematyczny związek pomiędzy kątem padania i kątem załamania światła?

Sinus kąta padania jest proporcjonalny do sinusa kąta załamania. Iloraz tych dwóch funkcji jest wielkością stałą.

### 3. Podsumowanie i utrwalenie wiadomości

Podsumowując lekcję, zwracamy uwagę uczniów na związek kąta załamania z szybkościami fali świetlnej w obu ośrodkach. Informujemy, że w toku następnej lekcji będziemy badać ten związek, wykorzystując tę samą symulację, a dalsze badanie będzie miało na celu sformułowanie prawa rządzącego tym zjawiskiem. Utrwalenia wiadomości dokonujemy, wykorzystując prezentację z pytaniami (załącznik nr 2 do scenariusza).

### 4. Praca domowa

Jako zadanie domowe zlecamy uczniom wypełnienie formularza zawierającego pytania dotyczące omawianego zagadnienia (załącznik nr 3 do scenariusza).

#### Uwaga techniczna

Jednym z plików będących załącznikami jest formularz Google („Załącznik nr 3 - Załamanie światła - praca domowa.gform”). Plik ten należy skopiować na dysk Google i z tego poziomu udostępniać uczniom. Rezultaty pracy uczniów dostępne będą również z poziomu dysku Google.

***Opracował: Marek Gabała***