

## Scenariusz lekcji dla klasy III gimnazjum

Autorzy: dr inż. Florian Brom, dr Beata Zimnicka

**Dział:** Optyka

**Temat:** Zwierciadło płaskie. Prawo odbicia światła i załamania. Całkowite wewnętrzne odbicie.  
**Czas trwania zajęć:** 45 minut

### Cele dydaktyczne:

Kształące:

- Uczeń/uczennica będzie umiał analizować doświadczenia fizyczne,
- Uczeń/uczennica będzie umiał przewidzieć rezultaty obserwowanych doświadczeń,
- Uczeń/uczennica będzie umiał wyciągnąć wnioski z przeprowadzonych eksperymentów,
- Uczeń/uczennica będzie umiał znajdować korelacje między przedmiotowe, głównie z matematyki i fizyki,
- Uczeń/uczennica będzie umiał stosować w praktyce wprowadzone prawa, wzory

Powtórzeniowe:

- Młodzież przypomni sobie zasadę Huygensa,
- Uczniowie utrwalą sobie, czym jest światło i z jaką prędkością się rozchodzi w próżni,
- Uczniowie przypomną sobie zjawiska/doświadczenia czy obserwacje praw fizyki z życia codziennego

Poznawcze:

- Uczeń/uczennica zostanie zapoznany z podziałem zwierciadeł ze względu na kształt powierzchni odbijającej,
- Uczeń/uczennica pozna sposób tworzenia konstrukcji obrazów w zwierciadle płaskim,
- Uczeń/uczennica dowie się, na czym polega zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia (CWO),
- Uczeń/uczennica pozna praktyczne przykłady zastosowania CWO
- Uczeń/uczennica pozna warunki niezbędne do zajścia CWO
- Uczeń/uczennica pozna pojęcia i prawa: zwierciadło, kąt graniczny, współczynnik załamania światła, prawo załamania, prawo odbicia
- Uczeń/uczennica dowie się, jak zmienia się prawo załamania światła dla przypadku, w którym kąt padania jest równy kątowi granicznemu oraz kiedy jest od niego większy
- Uczeń/uczennica będzie ćwiczył stosowanie poznanych wzorów,
- Uczeń/uczennica pozna cechy obrazu powstałego w zwierciadle płaskim,
- Uczeń/uczennica będzie potrafił zauważać role matematyki w fizyce i stosować poznane wzory, relacje kątowe w opisie zjawisk optycznych,
- młodzież będzie ćwiczyła przekształcanie wzorów

Wychowawcze:

- Wzbudzić w uczniach/uczennicach szacunek do ludzi nauki,
- Wykształcić umiejętność i chęć korzystania z literatury naukowej,
- Wykształcić nawyk estetycznego i dokładnego prowadzenia notatek,
- Wykształcić umiejętność argumentowania i kultury dyskusji,
- Posługiwać się wprawnie i prawidłowo językiem ojczystym

### **Metody i techniki kształcenia:**

Podczas zajęć krótkim elementem będzie **wykład** dotyczący wprowadzenia nowego materiału. Podczas tej części lekcji nauczyciel będzie stał się pełnić rolę przewodnika dla młodzieży w poznawaniu nowych zagadnień. Planowane są również **eksperymenty** z aktywnym udziałem młodzieży podczas ich przeprowadzania i wyciągania wniosków. Uczniowie/uczennice będą nakłaniani do aktywnego poszukiwania praktycznych zastosowań poznanych zjawisk i praw. Podczas zajęć wykorzystana zostanie **prezentacja multimedialna** oraz **materiały uzupełniające (treści zadań, ćwiczeń)**. Uczniowie/uczennice będą uczestniczyli w **dyskusji** na temat omawianych zagadnień.

**Środki (materiały dydaktyczne):** prezentacja multimedialna ( rzutnik/tablica interaktywna lub sala komputerowa) zestaw do demonstracji z optyki zawierający: zwierciadło płaskie, wskaźnik laserowy, płytka równoległościenna, pryzmat. Ponadto szklanka, woda, ołówek, światłowód, zeszyt, podręcznik, (opcjonalnie: wydruk prezentacji, na której młodzież może dokonywać notatek), tablica, pisak.

### **Ocenie podlegać będzie:**

Uczeń/uczennica oceniani będą za wiedzę i umiejętności. Osoby spełniające warunek znajomości 75% wymagań podstawowych otrzymują ocenę dostateczną, 50% uprawnia do uzyskania oceny dopuszczającej. Osoby, które sprostają wymaganiom ponadpodstawowym w 50% otrzymają ocenę (+ok. 75% wymagań podstawowych) dobrą. Bardzo dobrą ocenę otrzyma uczeń, który uzyska 75% z wymagań podstawowych i ponadpodstawowych.

Wymagania podstawowe:

- Znajomość definicji, praw
- Znajomość wzorów i jednostek w układzie SI
- Podanie przykładów zastosowań zjawisk/praw

Wymagania ponadpodstawowe:

- Umiejętność planowania doświadczenia
- Umiejętność wyciągania wniosków
- Umiejętność przewidywania efektów doświadczenia
- Znajdowanie nowych przykładów zastosowań praw i zjawisk
- Umiejętność obliczania zadań

Uczniowie/uczennice będą nagradzani stopniami za poprawne wypowiedzi w czasie lekcji, za zaangażowania, rozwiązywanie zadań.

### **Przebieg lekcji:**

#### **Część wstępna- 7 minut**

Nauczyciel wita uczniów, sprawdza obecność i zadanie domowe z poprzedniej lekcji. Następnie wywołuje do odpowiedzi jedną osobę, która losuje sobie 3 wcześniej przygotowane i zapisane przez nauczyciela na kartce pytania z poprzedniej lekcji.

Przykładowa baza pytań do wylosowania, jeśli poprzednio omawiana lekcją było: Zjawisko cienia i półcienia. Zaćmienie.:

1. Co nazywamy cieniem? Obszar, do którego nie dociera światło, ze względu na istniejącą przeszkodę.
2. Jaki warunek musi być spełniony, aby światło rozchodziło się liniowo? Ośrodek musi być jednorodny.
3. Podaj przykład sytuacji, w której powstaje półcień. Światło dociera tylko z części źródła, np. w przypadku zaćmienia słonecznego mamy do czynienia z częściowym zaćmieniem.
4. Nazwij, kiedy powstaje zjawisko cienia, a kiedy półcienia. Mamy źródło punktowe i duży przedmiot na jego drodze wówczas powstaje..... (cień).

Mamy duże źródło światła i mniejszy przedmiot na jego drodze wówczas powstaje..... (półcień).

#### **Część główna-33 minuty**

Nauczyciel podaje temat nowej lekcji a następnie uruchamia prezentację multimedialną.

Uczniowie/uczennice jeszcze raz widzą zapisany temat lekcji, a następnie dowiadują się, jakie zagadnienia będą omawiane podczas zajęć (slajd 2).

Na wstępie uczniowie obserwują doświadczenie, w którym światło wskaźnika laserowego pada na zwierciadło, zauważają, że odbija się ono pod tym samym kątem od powierzchni. Nauczyciel

wyświetla slajd 3 i formułuje prawo odbicia ze zwróceniem uwagi na pojęcia matematyczne: normalnej, kątów i ich oznaczeń. Młodzież, jeśli nie posiada materiałów do notatek (wydruk konspektu prezentacji) rozpoczyna notowanie najważniejszych faktów w zeszytcie. Po wyświetleniu slajdu 4 uczniowie dowiadują się, że od powierzchni chropowatej światło ulega rozproszeniu. Wykonują rysunek w zeszytcie.

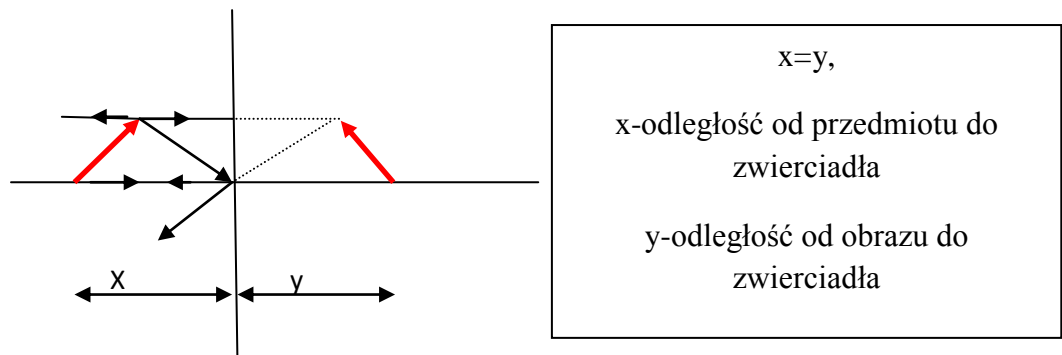
Następnie nauczyciel pyta uczniów, co to według nich jest zwierciadło, po uzyskaniu i skorygowaniu odpowiedzi uczniowskiej wprowadzane jest pojęcie zwierciadła. Uczniowie/uczennice zastanawiają się, jakiego podziału zwierciadeł pod względem kształtu powierzchni odbijającej można byłoby dokonać.

Oczekiwana odpowiedź: płaskie, wypukłe i wklęsłe. Wówczas wyświetlany jest slajd 5

Nauczyciel prosi o chwilę zastanowienia i podanie przykładów występowania/zastosowania zwierciadeł o różnych kształtach. Możliwe odpowiedzi to np.: lustro, powierzchnia bombki, lustra wypukłe na skrzyżowaniach ulic czy w sklepach (umożliwiają obserwowanie dużej powierzchni), lustro dentystyczne-wypukłe i wklęsłe itd.

Opiekun informuje młodzież, iż podczas lekcji szczegółowo zajmujemy się zwierciadłem płaskim, a następnie uczniowie/uczennice dostają do ręki lustro płaskie z pracowni szkolnej lub przyniesione przez młodzież. Naprzeciw lustro ustawiony zostaje dowolny przedmiot, a klasa próbuje zastanowić się, jakie są jego cechy, analizuje jego wielkość, symetrię itd.

Następnie nauczyciel pokazuje na slajdzie 5 konstrukcje obrazu punktu, a następnie rysuje na tablicy krok po kroku tworzenie obrazu prostego przedmiotu w zwierciadle płaskim. Na przykład:



Cechy obrazu uczniowie/uczennice formułują wspólnie z nauczycielem, który wyjaśnia, że obraz pozorny powstaje z przecięcia przedłużeń promieni odbitych. Następnie oglądają slajd 6. Nauczyciel komentuje zdjęcia lustrzanych odbić. Slajd 7 pokazuje zastosowanie praktyczne zestawu zwierciadeł płaskich, nauczyciel wspomina omawiając budowę peryskopu o znaczeniu kąta, pod jakim ustawione są lustra. Młodzież w parach lub większych grupach korzystając z dwóch zwierciadeł płaskich ustawionych względem siebie pod kątem  $60^\circ$  obserwuje obrazy dowolnego przedmiotu. Wnioski zapisują w zeszytcie: Patrząc wzdłuż luster widać zwielokrotniony obraz, efekt kalejdoskopowy.

Jako kolejne uczniowie wykonują doświadczenie ze szklanką, wodą i ołówkiem? Po zanurzeniu ołówka w wodzie formułują wniosek o przesunięciu przedmiotu zanurzonego w wodzie względem powietrza. Nauczyciel wyświetla slajd 8 i mówi o załamaniu światła demonstrując to zjawisko np. na płycie równoległościennej, bądź komentując zdjęcie w prezentacji (slajd8).

Wyświetlenie składu 9 i 10 umożliwia skomentowanie prawa załamania dla zależności od kątów padania, gęstości ośrodka, prędkości światła w danym ośrodku. Młodzież zauważa rolę matematyki w prawie Snella. Nauczyciel w szczególnie uzdolnionej klasie może wspomnieć o funkcjach trygonometrycznych i podać ich wartości dla najczęściej spotykanych w zadaniach kątów.

Po wykonaniu rysunków do prawa załamania (patrz slajdy 9 i 10) nauczyciel pokazuje zapis prawa załamania, wyjaśnia, czym jest współczynnik załamania i zadaje uczniom pytanie, jaką ma on jednostkę (slajd 11). Dociekliwi, ambitni i wykraczający poza Podstawę Programową mogą zapisać prawo załamania z zależnościami kątowymi.

Nauczyciel pyta czy uczniowie widzieli kiedyś światłowody i czy wiedzą, do czego służą? Jeśli prowadzący lekcję ma do dyspozycji światłowód pokazuje go klasie (zdjęcia slajd 12). Nauczyciel koryguje/komentuje odpowiedzi uczniów. Uczniowie/uczennice dowiadują się, że szczególnym przypadkiem załamania światła jest wykorzystywane w światłowodach całkowite wewnętrzne odbicie. Nauczyciel naprowadza uczniów analizując rysunek slajdu 12, że dla pewnego kąta padania, który nazywamy kątem granicznym  $\alpha_{gr}$  kąt załamania będzie wynosił  $90^\circ$ . Dla kątów większych od kąta granicznego, na granicy dwóch ośrodków następuje tylko odbicie - światło nie przedostaje się do drugiego ośrodka. Zjawisko to właśnie nazywamy całkowitym wewnętrznym odbiciem.

Na zakończenie nauczyciel jeszcze raz wspomina o praktycznych zastosowaniach zjawisk/praw omawianych na lekcji (slajd 13), tak, aby młodzież widziała sens przedstawianych teorii. Jeśli jest do dyspozycji pryzmat można pokazać młodzieży zjawisko rozszczepienia światła białego i wspomnieć o jego załamaniu (zdjęcie slajd 13).

**Prezentacja przeplatana doświadczeniami według scenariusza wraz z notatkami dla nauczyciela:**

**Zwierciadło płaskie. Prawo odbicia światła. Całkowite załamanie.**

Autorzy: dr inż. Florian Brom, dr Beata Zimnicka

Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Nauczyciel podaje uczniom/uczennicom temat.

**Plan prezentacji**

- Zagadnienia wstępne dotyczące zwierciadeł
- Powstawanie obrazu w zwierciadle płaskim
- Prawo odbicia i załamania
- Całkowite wewnętrzne odbicie\*
- Podsumowanie

Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Młodzież dowiadyuje się na temat zawartości prezentacji

**Prawo odbicia-Kąt padania jest równy kątowi odbicia. Kąty te leżą w jednej płaszczyźnie.**

Doświadczenie obrazujące prawo odbicia  
- światło pada na powierzchnię zwierciadła  
- odbija się od powierzchni lustrzanej  
- kąt odbicia jest równy kątowi padania

Normalna prosta prostopadła

Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Nauczyciel przeprowadza doświadczenie mające na celu zobrazowanie prawa odbicia. Uczestnicy lekcji próbują odpowiedzieć na pytanie co widzą, co się dzieje z promieniem padającym i odbitym. Wspólnie omawiają schemat.

**Rozproszenie światła od powierzchni chropowatej**

Wniosek: równoległa wiązka światła odbija się w różnych kierunkach

Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Młodzież zastanawia się, co się dzieje kiedy światło pada na powierzchnię, która nie jest gładka. Czy tam spełnione jest prawo odbicia? Wspólnie formułowny jest wniosek.

**Zwierciadło – to gładka, wypolerowana powierzchnia, która prawie w całości odbija światło padające na nią.**

**Konstrukcja obrazu punktu świecącego w zwierciadle płaskim**

A przedmiot  
A'-obraz

Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Uczniowie/uczennice są informowani o tym czy jest zwierciadło, podają przykłady zwierciadeł i zastanawiają się jak powstaje obraz w zwierciadle płaskim.

**Powstający obraz jest symetryczny względem zwierciadła (innej powierzchni odbijającej np. wody)**

Obraz drzew powstający w stawie

Zdjęcie kuleczki porzuczonej na lodzie

Zdjęcie baletnicy porzuczonej się w lodzie

Cechy obrazu powstającego w zwierciadle płaskim:  
- Poziomy  
- Prosty  
- Tej samej wielkości

Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Młodzież obserwuje zdjęcia kuleczki, drzew i baletnicy, a następnie próbuje sformułować wnioski na temat cech obrazu powstałego w zwierciadle.

Urządzenia wykorzystujące odpowiedni układ lustek, to peryskopy. Umocławia ich obserwacje niedostępnych przedmiotów.

**Schemat budowy peryskopu:**

Łączenie peryskopu:

Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Nauczyciel pyta uczniów/uczenice, gdzie stosowane są lustra płaskie. Uczniowie/uczenice odpowiadają np. w domach, sklepach, bytmoże powiedzą o peryskopach lub kalejdoskopach. Warto zapytać, gdzie montowane są peryskopy. Młodzież może podać przykłady łodzi podwodnych czy czołgów. Wspólnie omiawiana jest budowa peryskopu

**Złamanie światła**- zmiana kierunku rozchodzenia się światła przy przejściu do innego ośrodka.

Ośrodek jednorodny-światło rozchodzi się liniowo.

Złamany ołówek? NIE!!! To zjawisko złamania światła

Na granicy ośrodków promień zmienia swój bieg, ulega złamaniu.

Przebieg światła w przyrodzie i technice.

Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Po wykonaniu doświadczenia z ołówkiem i szklanką z wodą młodzież zauważa, że w innym ośrodku (wodzie) widziany ołówek jest przesunięty względem powietrza. Formułują wniosek na temat złamania światła po przejściu do innego ośrodka. Nauczyciel wspomina o zasadzie Huygensa oraz przytacza (pokazuje) przykład złamania światła na granicy powietrze/szklko np. w płytce równoległościennnej. Dociekliwi uczniowie zauważają, że promień przechodzący z powietrza do szklki ulega dwukrotnemu złamaniu i wychodzi równoległe do padającego.

**Prawo złamania w wzorach**

Wzrosty i siły mięśniowe człowieka zależą od jego sposobu postawy ciała.

to część wzoru dla dociekliwych

$$n = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

$n_1, n_2$  - współczynniki złamania światła  
 $v_1, v_2$  - prędkości w ośrodkach I i II  
 $\sin \alpha$  - sinus kąta padania  
 $\sin \beta$  - sinus kąta złamania

Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Nauczyciel wyjaśnia pojęcie współczynnika złamania oraz zapisuje prawo złamania w uproszczonej wersji. Dla szczególnie zainteresowanych warto podać wzór z funkcjami trygonometrycznymi.

**Całkowite Wewnętrzne Odbicie**-zjawisko, które zachodzi dla fal padających od strony ośrodka rzadszego do gęstszego.

Złoty cięciwy optyczny CWO światła musi padać pod kątem większym od kąta granicznego

Kąt graniczny

Światłowody-wykorzystują CWO, stosowane głównie w telekomunikacji

Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Uczniowie/uczenice są pytani czy widzieli kiedyś światłowód i czy wiedzą do czego służy? Po uzyskaniu odpowiedzi nauczyciel pokazuje światłowody (może być wersja elektroniczna) i wyjaśnia podstawę ich działania. Młodzież dowiaduje się o przesyłaniu informacji za pomocą światłowodów, o stosowaniu ich w medycynie, w dekoratorstwie. Nauczyciel pokazuje gotowy światłowód lub np. wykonany z butelki z wodą i wskaźnika laserowego.

Światło zmienia swoją prędkość przy przejściu o ino ośrodka

Ośrodek I-powietrze, rzadszy  
Ośrodek II-woda, gęstszy

Kąt padania > Kąt złamania  
 $\alpha > \beta$

Prędkość w ośrodku I > Prędkość w ośrodku II  
 $v_1 > v_2$

Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Nauczyciel analizuje wraz z młodzieżą przypadek zmiany prędkości światła przy przejściu do innego ośrodka. Wspólnie zastanawiają się nad wpływem gęstości ośrodka, relacjami pomiędzy kątami.

A gdy światło zmiana ośrodek z gęstszego na rzadszy...

Ośrodek I-powietrze, rzadszy  
Ośrodek II-szklko, gęstszy

Kąt padania < Kąt złamania  
 $\alpha < \beta$

Prędkość w ośrodku I < Prędkość w ośrodku II  
 $v_1 < v_2$

Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

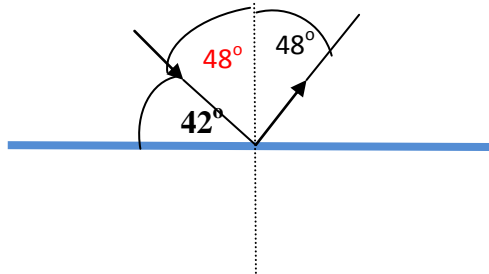


Nauczyciel jeszcze raz wyszukuje i systematyzuje praktyczne zastosowanie omawianych. Wskazuje zastosowanie matematycznych pojęć: promieni równoległych, graniastosłupa itp..

### Ćwiczenia i zadania:

1. Światło pada pod kątem  $42^\circ$  do powierzchni lustrzanej. Oblicz ile wynosi kąt odbicia, stwórz rysunek do zadania.

Przykładowe rozwiązanie



Obliczenia:

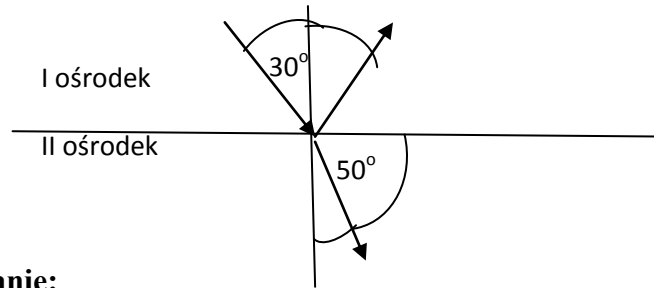
$$90^\circ - 42^\circ = 48^\circ$$

Z prawa odbicia:

Kąt padania = kątowi odbicia, zatem kąt odbicia wynosi  $48^\circ$ .

2. Grupa młodych gimnazjalistów i gimnazjalistek postanowiła wyjaśnić nurtujące ich od dawna zagadnienia, niestety nie z wszystkim byli sobie w stanie poradzić, pomóż młodym naukowcom.
  - a) Ile wynosi kąt załamania i odbicia światła, które częściowo wniknęło do drugiego ośrodka, a częściowo odbiło się od powierzchni, jeśli spełnione są warunki pokazane na rysunku. Pomóż młodzieży i podpowiedz, z jakie relacje matematyczne muszą powtórzyć, do rozwiązania tego zadania.





**Przykładowe rozwiązanie:**

Kąt załamania:  $90^\circ - 50^\circ = 40^\circ$

Kąt padania = kątowi odbicia, czyli  $30^\circ$

Uczeń korzysta z relacji dla kątów wierzchołkowych.

b) Czy II Ośrodek jest rzadszy czy gęstszy od I?

Odpowiedź: II ośrodek, gdyż kąt załamania jest większy niż padania.

c) W którym z ośrodków światło ma większą szybkość?

Odpowiedź: w ośrodku I.

3. (\*dla uzdolnionych) Wiedząc, że kąt padania wynosi 30 stopni, a współczynniki załamania ośrodków odpowiednio  $n_1=1$ ,  $n_2=1,33$ , oblicz wartość kąta załamania korzystając z prawa Snella. Skorzystaj z tablic trygonometrycznych w celu odczytania kąta załamania.

Przykładowe rozwiązanie:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$\sin \beta = \frac{\sin \alpha n_2}{n_1} = \frac{0,5 \cdot 1,33}{1} = 0,665$$

$$\beta = 42^\circ$$

**Część końcowa/podsumowanie-3 minuty**

**Na zakończenie odpowiedzcie na pytania:**

1. Jak brzmi prawo odbicia?
2. Jak brzmi prawo załamania?
3. Co to jest zwierciadło?
4. Na czym polega CWO?

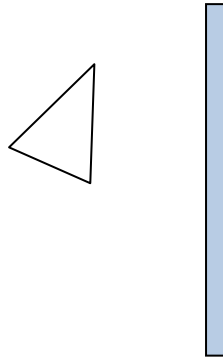


**5. Gdzie stosujemy CWO?**

**6. Do czego służy peryskop?**

**Zadanie domowe-2 minuty**

Na zadanie domowe znajdź korzystając z Internetu lub literatury naukowej, z jaką szybkością przekazywana jest informacja za pomocą światłowodu. Skonstruuj obraz powstający w zwierciadle płaskim, zapisz jego cechy:



Zadanie rachunkowe (nauczyciel rozdaje na kartkach, bądź umawia się na wysłanie treści zadania drogą elektroniczną):

Krasnoludki wykonywały eksperymenty podczas dni małego technika, jedno z doświadczeń polegało na wyznaczeniu współczynnika załamania. Maleństwa początkowo za pomocą skomplikowanej aparatury wyznaczyły prędkość światła czerwonego w szkle. Pomóż obliczyć krasnoludkom wartość współczynnika załamania światła barwy czerwonej, które przechodzi z próżni do ośrodka, którym jest szkło. Przyjmij prędkość światła w próżni za równą  $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ , a prędkość światła czerwonego w szkle, jako  $187136000 \text{ m/s}$ . Po obliczeniu wartości  $n$  sprawdź w tablicach, z jakim rodzajem szkła eksperymentowały krasnale.