

Łukasz Proszek (proszek@gmail.com)

Metodyka Nauczania Fizyki
Scenariusz lekcji dla 1. klasy gimnazjum
rozchodzenie się światła, prawa załamania i odbicia światła,
odbicie wewnętrzne (światłowody)

Spis treści

1. Czas realizacji	1
2. Cele ogólne	2
3. Cele operacyjne	2
3.1. Wiadomości i wiadomości rozumiane	2
3.2. Umiejętności	2
3.3. Objaśnienia	2
3.4. Ponowne sprecyzowanie wymagań na poszczególne oceny	2
3.4.1. Dostateczny (3.0)	2
3.4.2. Dobry (4.0)	3
3.4.3. Bardzo Dobry (5.0)	3
4. Formy pracy podczas lekcji	3
5. Przed lekcją	3
6. Przebieg lekcji	3
6.1. Rozchodzenie się światła	3
6.1.1. Doświadczenie: rozchodzenie się światła	3
6.2. Część "bonusowa"	4
6.3. Szybkość Światła	4
6.4. Odbicie światła	4
6.4.1. Doświadczenie: odbicie	4
6.4.2. Doświadczenie: załamanie światła	4
6.5. Załamanie światła	5
6.5.1. Doświadczenie: całkowite wewnętrzne odbicie	5
6.6. Całkowite wewnętrzne odbicie: światłowody	5
7. Sprawdzian	6
8. Bibliografia	7

1. Czas realizacji

2 godziny lekcyjne (90min)

1. szybkość światła, odbicie, załamanie
2. szybkie przypomnienie wzorów i własności z poprzedniej lekcji, całkowite wewnętrzne odbicie, sprawdzian

2. Cele ogólne

Poznanie podstawowych praw dotyczących rozchodzenia się światła.

3. Cele operacyjne

3.1. Wiadomości i wiadomości rozumiane

1. (P-W-t6) Uczeń wie, że światło rozchodzi się prostoliniowo w ośrodku jednorodnym.
2. (P-W-t1) Uczeń wie, że szybkość światła w próżni jest constans, zna rząd wielkości.
3. (R-WR-t2) Uczeń wie, że szybkość światła zależy od ośrodka.
4. (P-W-t6) Uczeń zna model geometryczny rozchodzenia się światła.
5. (P-W-t3) Uczeń umie podać własnymi słowami prawo odbicia światła.
6. (P-WR-t10) Uczeń wie, że podczas odbicia/załamania światła zmianie ulega kierunek jego rozchodzenia się.
7. (P-W-t4) Uczeń zna prawo załamania światła.
8. (P-W-t5) Uczeń wie, jakie zjawiska mogą zachodzić na granicy ośrodków.
9. (R-W-t7) Uczeń zna zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia (jakościowo).

3.2. Umiejętności

1. (R-UN) Uczeń potrafi zademonstrować zjawisko odbicia światła.
2. (P-UT-t6) Uczeń umie wykreślić bieg promienia przy załamaniu/odbiciu, narysować normalną, opisać kąty.
3. (P-UT-t6) Uczeń umie wskazać kąt padania oraz kąt odbicia.
4. (D-UN-t8) Uczeń umie przekształcić prawo załamania z postaci ze współczynnikami załamania do postaci z szybkościami światła.
5. (R-UN-t7) Uczeń umie wskazać jakie zjawisko fizyczne zachodzi w światłowodzie.
6. (D-UN-t9) Uczeń znając wzór na załamanie oraz rysunek z promieniem dochodzącym do granicy ośrodków i podanymi wartościami współczynników załamania umie wskazać czy załamanie będzie *do* czy *od* normalnej.

3.3. Objaśnienia

- P - Konieczne i podstawowe
- R - Rozszerzające
- D - Dopełniające
- W - Wiadomości
- WR - Wiadomości i Rozumienie
- UT - Umiejętności w sytuacjach typowych (przećwiczonych)
- UN - Umiejętności w sytuacjach nietypowych (problemowych)
- tn - element testu sprawdzającego osiągnięcie celu

3.4. Ponowne sprecyzowanie wymagań na poszczególne oceny

3.4.1. Dostateczny (3.0)

- (P-W-t6) Uczeń wie, że światło rozchodzi się prostoliniowo w ośrodku jednorodnym.
- (P-W-t1) Uczeń wie, że szybkość światła w próżni jest constans, zna rząd wielkości.
- (P-W-t6) Uczeń zna model geometryczny rozchodzenia się światła.
- (P-W-t3) Uczeń umie podać własnymi słowami prawo odbicia światła.
- (P-WR-t10) Uczeń wie, że podczas odbicia/załamania światła zmianie ulega kierunek jego rozchodzenia się.
- (P-W-t4) Uczeń zna prawo załamania światła.

- (P-W-t5) Uczeń wie, jakie zjawiska mogą zachodzić na granicy ośrodków.
- (P-UT-t6) Uczeń umie wykreślić bieg promienia przy załamaniu/odbiciu, narysować normalną, opisać kąty.
- (P-UT-t6) Uczeń umie wskazać kąt padania oraz kąt odbicia.

3.4.2. Dobry (4.0)

- (R-WR-t2) Uczeń wie, że szybkość światła zależy od ośrodka.
- (R-W-t7) Uczeń zna zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia
- (R-UN) Uczeń potrafi zademonstrować zjawisko odbicia światła.
- (R-UN-t7) Uczeń umie wskazać jakie zjawisko fizyczne zachodzi w światłowodzie.

3.4.3. Bardzo Dobry (5.0)

- (D-UN-t9) Uczeń znając wzór na załamanie oraz rysunek z promieniem dochodzącym do granicy ośrodków i podanymi wartościami współczynników załamania umie wskazać czy załamanie będzie *do* czy *od* normalnej.
- (R-UN-t8) Uczeń umie przekształcić prawo załamania z postaci ze współczynnikami załamania do postaci z szybkościami światła.

4. Formy pracy podczas lekcji

1. Pokaz (doświadczenie)
2. Praca z tekstem
3. Wykład

5. Przed lekcją

1. Przygotowanie akwarium ze zmętnioną wodą.
2. Kupno kadzidełka.
3. Zaopatrzenie się we wskaźnik laserowy.
4. Wycieczka do biblioteki po tablice fizyczne.
5. Skopiowanie testu w odpowiedniej liczbie egzemplarzy.
6. Zaopatrzenie się w odpowiednie zdjęcie do części *bonusowej*

6. Przebieg lekcji

Informujemy uczniów, że będziemy się zajmować światłem i od razu przechodzimy do doświadczenia.

6.1. Rozchodzenie się światła

6.1.1. Doświadczenie: rozchodzenie się światła

Rekwizyty:

- wskaźnik laserowy
- kadzidełko (do zadymiania)

Sposób przeprowadzenia: Promień wskaźnika kierujemy na ścianę (uwaga! nie na klasę!) tak, żeby przechodził przez zadymiony obszar. Pytamy uczniów co widzą (prostoliniowy bieg promienia).

6.2. Część "bonusowa"

Gdy pogoda dopisuje (chmury :) można pokazać za oknem rozchodzenie się promieni świetlnych. Można też wykozystać zdjęcie fotograficzne tego zjawiska, lecz najlepiej uczniowie zapamiętają to zjawisko gdy sami je zaobserwują za oknem. (Propozycja: zadać pracę domową polegającą na zaobserwowaniu tego zjawiska).

6.3. Szybkość Światła

Wprowadzamy szybkość światła. Szybkość czyli wielkość skalarną, a nie prędkość będącą wartością wektorową. Informujemy, że szybkość światła w próżni jest wielkością stałą. (Wiadomo, że prędkość nie jest stała. Obserwujemy światło biegnące w różnych kierunkach, o czym możemy powiedzieć uczniom wskazując choćby na słońce czy żarówkę będące źródłami światła – a promienie rozchodzą się w całym kącie bryłowym. Zakrzywienia grawitacyjne na tym etapie nauczania ze względów oczywistych pomijamy).

Przedstawiamy opisowo kilka historycznych doświadczeń wraz z wynikami. Po przedstawieniu zaznaczamy, że tych danych nie będziemy nigdy wymagać, a tylko przybliżonej wartości $300000km/h$.

1. Ole Romer (1676) – Io, księżyc Jowisza – $227000km/h$,
2. Hipolit Fizeau (1849) – lustro i wirująca zębatka – $313000km/h$,
3. Léon Foucault (1877) – wirujące lustro – $298000km/h$,
4. Albert A. Michelson (lata 20 XX wieku) – poprawione doświadczenie Foucault – $299796km/h$.

Część tę w ramach dostępnego czasu można przeprowadzić na zasadzie pracy z tekstem w grupach. Dzielimy klasę na odpowiednią liczbę zespołów. Rozdajemy po jednym krótkim tekście na grupę. Dajemy 5 min na zaznajomienie się z tekstem. Prosimy każdą grupę, żeby przedstawiła w minutę – dwie – reszcie klasy doświadczenie i otrzymaną wielkość.

Następnie po przedstawieniu doświadczeń (w jeden ze sposobów: ex cathedra, praca w grupie) przechodzimy dalej.

Praca z tekstem: Pytamy uczniów jak myślą, która wartość jest prawidłowa. W miarę dostępności tablic fizycznych prosimy jednego lub kilku uczniów o sprawdzenie wartości tablicowej ($299792458m/s$). Nie może to zająć dłużej niż 2 minuty. Podkreślamy, że zapamiętać wystarczy przybliżoną wartość = $300000km/h$

6.4. Odbicie światła

6.4.1. Doświadczenie: odbicie

Ostrożnie kierujemy promień lasera na lustro. Przykładamy od naszej strony ekierkę lub (lepiej) arkusz papieru z narysowanym prostopadłym do stołu odcinkiem. Prosimy ucznia na wprost na¹ o to, żeby oszacował kąt padania i kąt odbicia² (nie nazywając ich jeszcze).

Rysujemy na tablicy schematyczną ilustrację przeprowadzonego doświadczenia. Powierzchnię (nasze lustro), normalną do powierzchni (naszą ekierkę/odcinek), kąt padania i kąt odbicia (nazywając je teraz). Podpisujemy oba kąty (i) i mówimy, że kąt padania jest równy kątowi odbicia. Mówiąc to stawiamy na tablicy znak równości.

$$= \quad (1)$$

6.4.2. Doświadczenie: załamanie światła

Rekwizyty:

- szklanka (można także użyć akwarium, jeżeli mamy prostą metodę zmętniania wody, bądź lekcja jest podzielona na dwie jednostki lekcyjne),

¹ błąd obserwatora: paralaksa!

² korzystając z dużego szkolnego kątomierza możemy odczytać miarę kąta

— długopis, ołówek, łyżka (cokolwiek co chcemy zanurzyć).

Sposób przeprowadzenia: Szklankę wypełniamy do połowy wodą. Zanurzamy przedmiot, tak aby jego część wystawała. Obserwujemy „złamany” przedmiot, lecz wiemy, że w rzeczywistości jest on nienaruszony. Informujemy, że to zjawisko nazywa się załamaniem światła i że teraz tym się zajmujemy.

Możemy także skierować promień lasera na akwarium ze zmętnioną wodą (tak żeby nastąpiło przejście między ośrodkami) i obserwować bieg promienia.

6.5. Załamanie światła

Informujemy, że światło ma różną prędkość w różnych ośrodkach. Informujemy uczniów, że każdy materiał (ośrodek) posiada określoną cechę zwaną *współczynnikiem załamania*, który definiujemy jak stosunek szybkości światła w próżni do szybkości światła w danym ośrodku

$$n = \frac{c}{v} \quad (2)$$

Prosimy jednego ucznia aby sprawdził w tablicach fizycznych wartość współczynnika załamania dla próżni (1), powietrza (1,0003) oraz wody (1,33). Mówimy, że ze względu na niewielką różnicę wartości dla powietrza i próżni będziemy traktować powietrze jak próżnię i przyjmujemy jego współczynnik załamania równy 1.

Na tablicy rysujemy granicę dwóch ośrodków (o różnym współczynniku załamania), normalną do powierzchni, bieg promienia świetlnego, kąt padania i kąt załamania. Informujemy, że każdy materiał ma swój współczynnik załamania. Podajemy prawo załamania³.

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \quad (3)$$

Informujemy, że odkrył je *Willebrod Snell*, dlatego też znane jest ono pod nazwami „prawo Snella” czy „prawo Snelliusa”.

Praca w grupach: Dzielimy tablicę na trzy części. Podajemy uczniom trzy zestawy wartości n_1 i n_2 (mniejsze, większe, równe). Uczniowie dyskutują, w którą stronę zostanie odchyłony promień. (W tym czasie rysujemy trzy „niedokończone” rysunki. Można w tym czasie na tablicy podzielić obustronnie wzór przez n_2) po kilku minutach prosimy chętnego (albo go wybieramy) o przedstawienie wniosków (czy klasa się z tym zgadza?). Kiedy w ogóle występuje odchylenie biegu promienia, kiedy do normalnej, kiedy od normalnej? Staramy się raczej kierować uczniów tak aby sami doszli do prawidłowej odpowiedzi, wtedy nauczą się ze zrozumieniem.

6.5.1. Doświadczenie: całkowite wewnętrzne odbicie

Rekwizyty:

- akwarium ze zmętnioną wodą,
- wskaźnik laserowy.

Sposób przeprowadzenia: Operujemy laserem zanurzonym w wodzie kierując jego promień na lustro wody. Światło przechodzące z wody do powietrza⁴ częściowo się załamuje na granicy ośrodków, a częściowo odbija od niej. Przy kącie padania większym od kąta granicznego następuje całkowite wewnętrzne odbicie.

6.6. Całkowite wewnętrzne odbicie: światłowody

Zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia znalazło zastosowanie w światłowodach - są to cienkie elastyczne włókna wykonane z dielektryka. Światłowody przenoszą światło z jednego miejsca do drugiego w wyniku szeregu odbić promienia świetlnego od wewnętrznych ścianek - promień ten biegnie wzdłuż załamań i skrętów włókna. Rysunek na tablicy: przekrój kabla światłowodowego i zasada działania światłowodu.

³ UWAGA: funkcja *sinus* wprowadzania jest przez matematyków w okolicach miesiąca maja, może wystąpić problem jeżeli temat realizujemy wcześniej

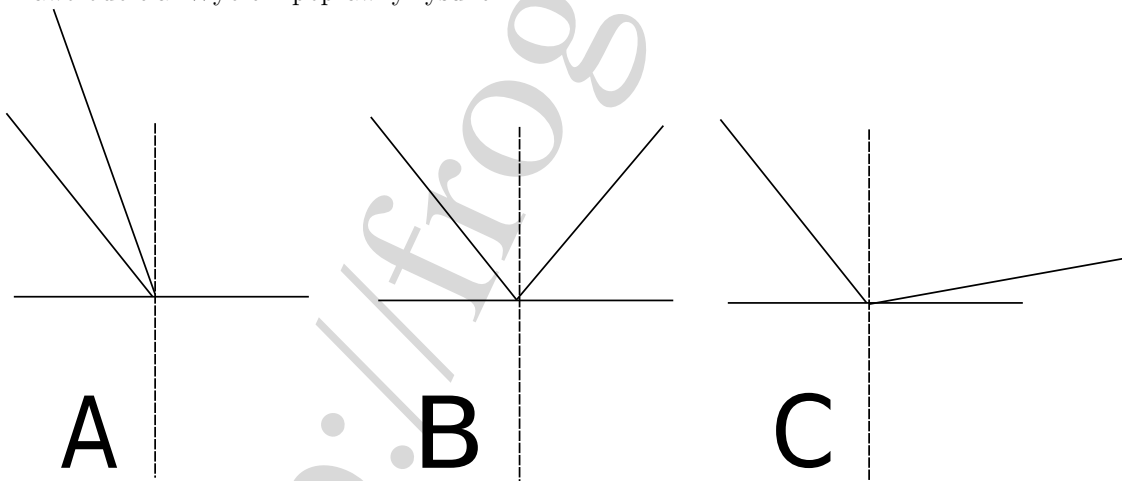
⁴ czyli z ośrodka o większym współczynniku załamania do ośrodka o mniejszym współczynniku załamania

7. Sprawdzian

Pamiętaj, że cały czas do Twojej dyspozycji jest nauczyciel i tablice fizyczne. *nie wolno* korzysta z pomocy kolegów. Pierwsza próba ściągania spowoduje obniżenie oceny o jeden stopień, druga próba ściągania powoduje skutkuje natychmiastowym otrzymaniem oceny *niedostateczny*. Karani będą zarówno ściągający jak i podpowiadający.

Czas pisania: 15 minut.

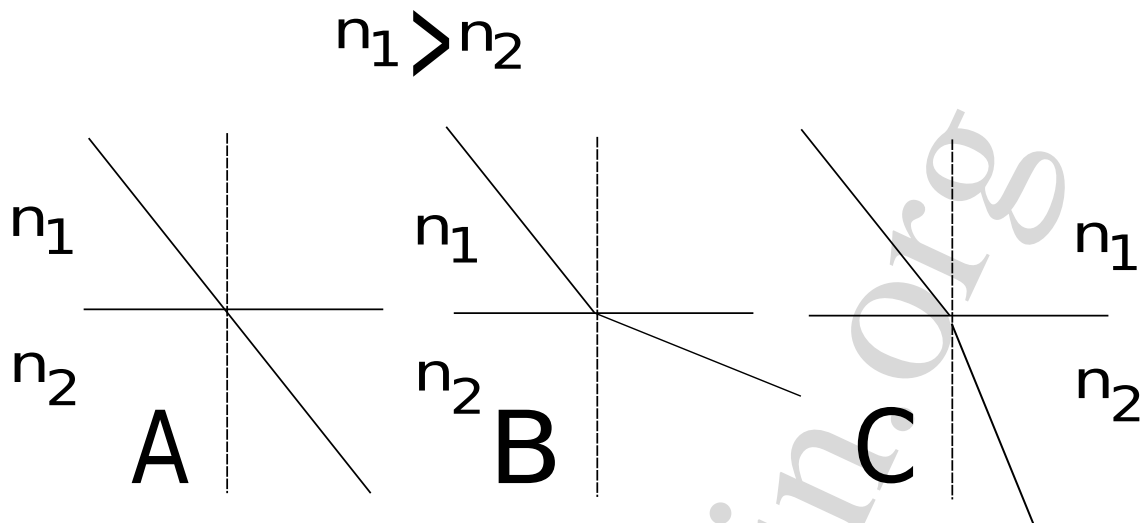
1. Podaj szybkość (wartość prędkości) światła w próżni.⁵
2. Wiedząc, że współczynnik załamania jest proporcjonalny do szybkości światła w danym ośrodku zaznacz prawidłową odpowiedź na pytanie: Jak porusza się światło w wodzie i próżni
 - a) w wodzie szybciej niż w próżni
 - b) tak samo szybko i w wodzie i w próżni
 - c) w wodzie wolniej niż w próżni
3. Podaj własnymi słowami prawo odbicia światła
4. Podaj prawo załamania światła
5. Wymień zjawiska, które mogą zachodzić na granicy ośrodków
 - a)
 - b)
 - c)
6. Promień świetlny przechodzi z powietrza do wody pod kątem ostrym (mniejszym niż 90° , a większym niż 0°). Wykreśl (narysuj) bieg tego promienia. Zaznacz odpowiednie kąty, normalną padania (prostopadłą do granicy ośrodków).⁶
7. Jakie ciekawe zjawisko zachodzi w światłowodzie. Opisz je w kilku zdaniach.
8. W pytaniu 4 proszony(a) byłeś(aś) o podanie prawa załamania światła. Czy potrafisz podać je w innej formie? (podpowiedź: $n_1 = c/v_1$)
9. Prawo odbicia. Wybierz poprawny rysunek



10. Prawo załamania. Wybierz poprawny rysunek

⁵ Sprytny uczeń skozysta z tablic jeżeli nie pamięta tego z lekcji. Zaradność też należy wynagradzać :)

⁶ uczeń powinien się dopytać o wartości współczynników



8. Bibliografia

- http://en.wikipedia.org/wiki/Speed_of_light
- [http://pl.wikipedia.org/wiki/Odbicie_\(fizyka\)](http://pl.wikipedia.org/wiki/Odbicie_(fizyka))
- <http://pl.wikipedia.org/wiki/Refrakcja>
- http://pl.wikipedia.org/wiki/Całkowite_wewnętrzne_odbicie
- <http://pl.wikipedia.org/wiki/Światłowod>