



Człowiek – najlepsza inwestycja

FENIKS

– długofalowy program odbudowy, popularyzacji i wspomaganie fizyki w szkołach w celu rozwijania podstawowych kompetencji naukowo – technicznych, matematycznych i informatycznych uczniów

Pakiet nr 4:

Światło, dźwięk, powietrze, próżnia

mgr Władysława Sikora

15 Gimnazjum Integracyjne w Krakowie

7 Społeczne Gimnazjum w Krakowie

dr hab. Jacek Bieroń

Instytut Fizyki im. Mariana Smoluchowskiego

Uniwersytet Jagielloński

Wersja UJ/1.0, grudzień 2009



- długofalowy program odbudowy, popularyzacji i wspomaganie fizyki w szkołach w celu rozwijania podstawowych kompetencji naukowo - technicznych, matematycznych i informatycznych uczniów

Projekt współfinansowany jest ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Zawartość

Uwagi wstępne.....	1
CZĘŚĆ I: W ŚWIECIE DŹWIĘKÓW	1
I.1. Źródła dźwięku	1
I.2. Cechy dźwięku	3
I.3. Rozchodzenie się dźwięków w różnych ośrodkach	5
I.4. Prędkość dźwięku	11
I.5. Przesyłanie i odbiór dźwięków	15
I.6. Zapisywanie i odtwarzanie dźwięku.....	17
CZĘŚĆ II: ŚWIATŁO W OPISIE NAUKOWYM, LITERACKIM I PLASTYCZNYM.....	18
Wstęp do części II.....	18
II.1 Podglądanie przyrody: część 1	19
1. Światło rozchodzi się po liniach prostych	19
II. 2. Podglądanie przyrody: część 2.....	21
1. Odbicie światła.....	21
2. Światło ulega załamaniu	22
II.3. Podglądanie przyrody: część 3	25
1. Zjawisko tęczy – rozszczepienie światła białego.....	25
2. Trochę historii.....	25
3. Tęcza w opisie literackim	32
II.4 Podglądanie przyrody: część 4	33
1. Jak zmienia się wygląd Słońca w ciągu dnia ?	33
2. Wschód Słońca w opisie literackim i plastycznym.....	34
II.5. Podglądanie przyrody część 5:.....	35
1. Zachód Słońca.....	35
2. Zachód Słońca pędzlem opisany.....	38
3. Zachód Słońca w opisie literackim	38
Literatura:.....	40

Uwagi wstępne

Pakiet nr 4 „Światło, dźwięk, powietrze, próżnia” jest propozycją zajęć, podczas których uczniowie, wykorzystując dotychczasowe wiadomości i umiejętności dotyczące drgań i fal mechanicznych, poznają niektóre zjawiska, doświadczenia, metody pomiarowe w dwóch działach fizyki: Akustyce i Optyce.

Pakiet składa się z dwóch części: część pierwsza nosi tytuł „W świecie dźwięków”, część druga: „Światło w opisie naukowym, literackim i plastycznym”. Pierwsza część dotyczy fal mechanicznych, nazywanych czasem wrażeniami słuchowymi mimo, że obejmują szerszą gamę zjawisk, nie tylko odbieranych przez ucho ludzkie. Druga część związana jest z falami elektromagnetycznymi i to głównie tymi, które może zarejestrować oko człowieka.

W pakiecie znalazły się tematy ułożone w kolejności pozwalającej na przyrost wiedzy i zdobywanie nowych umiejętności.

Część tematów i niektóre doświadczenia związane z tematyką pakietu 4 zostały opracowane w części 8 pakietu nr 1 „Fizyka w domu”. Niektóre tematy zostaną tylko poszerzone i uzupełnione dodatkowymi pomysłami.

W każdym temacie zaproponowane zostały doświadczenia, niektóre bardzo proste, które warto wykonać samodzielnie a wnioski wykorzystać planując następne, trudniejsze eksperymenty.

Warto zaplanować doświadczenia poza pracownią podczas wycieczek. Niektóre propozycje doświadczeń ilościowych i jakościowych będą możliwe właśnie poza szkołą.

W opracowaniu są również doświadczenia w formie opisu by pokazać trochę historii rozwoju fizyki w przedstawianych dziedzinach.

Na początku XX wieku wydawało się że obydwie wymienione wyżej działy fizyki osiągnęły swoje apogeum rozwoju. Dzisiaj sięgając po telefon komórkowy lub patrząc na obraz w telewizorze plazmowym wiemy, że zarówno nauka jak i technologia intensywnie się rozwija.

CZĘŚĆ I: W ŚWIECIE DŹWIĘKÓW

I.1. Źródła dźwięku

Pytanie 1: „Skąd się bierze dźwięk tu i teraz?”

Doświadczenia:

1. Struny głosowe
2. Doświadczenie z linijką
3. Grający grzebień
4. Liść też może grać
5. Doświadczenie z kamertonem
6. Kamerton z rysikiem
7. Zapis drgań kamertonu
8. Kamerton i elektromagnes
9. Kamerton i wahadło
10. Głośnik, kasza i komputer

Doświadczenie 1

Dotknij ręką szyi na wysokości krtani – przełknij ślinę, powiedz coś, zapisz.

Doświadczenie 2

Przyrządy: linijki plastikowe różnej długości

Jeżeli wykonałeś już doświadczenia z pakietu nr 1, część 8, to znasz wyniki, jeżeli nie to proponujemy je wykonać.

Doświadczenie 3

Przyrządy: grzebień, cienki papier śniadaniowy, bibuła

Grzebień przygotuj do doświadczenia tak jak na rysunku.



Doświadczenie 4

Przyrządy: liście różnej wielkości

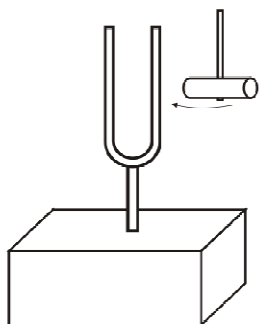
Między kciuki złożone jak na rysunku włóż liść, źdźbło trawy i zbliżając usta bardzo blisko dmuchaj mocno powietrze między kciuki.

Powtórz to doświadczenie dla różnych liści, traw.

Doświadczenie 5

Przyrządy: kamerton, młoteczek

Uderz kamerton lekko młoteczką, następnie uderz silniej. Po usłyszeniu kamertonu uchwyc widełki dłonią.



Doświadczenie 6

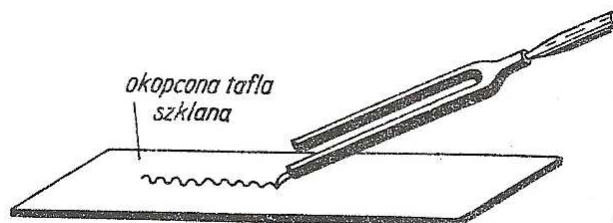
Przyrządy: Kamerton z rysikiem, młoteczek

Trzymając kamerton za rączkę uderz nim o stół lub uderz kamerton młoteczką.

Doświadczenie 7

Przyrządy: Kamerton z rysikiem, młoteczek, okopcona płytka

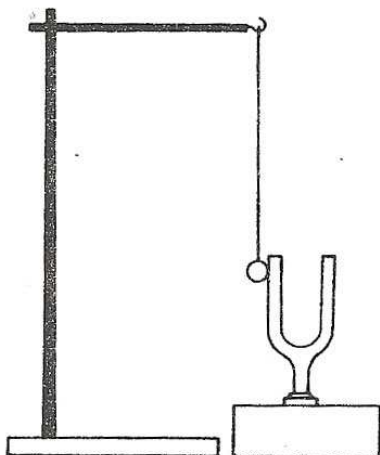
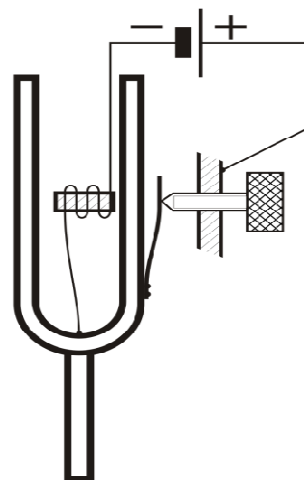
Powtórz doświadczenie 6 ale teraz końcówkę kamertonu przyłóż do okopconej szyby (może też być powierzchnia dokładnie pokryta cienką warstwą talku, można wykorzystać każdy inny pomysł).



Doświadczenie 8

Przyrządy: kamerton, elektromagnes

Jeżeli dysponujemy elektromagnesem, np. z dzwonka można wykonać doświadczenie przedstawione na rysunku.



Doświadczenie 9

Przyrządy: kamerton, wahadło, młoteczek

Ustaw wahadło tak by dotykało kamertonu a następnie uderz młoteczkiem kamerton

Doświadczenie 10

Przyrządy: głośnik, może być taki jak przy komputerze, (można użyć duży głośnik), cienka folia, komputer

Głośnik przykryj cienką folią i nasyp na nią trochę kaszy, mogą być malutkie skrawki papieru. Po uruchomieniu komputera (wybranej melodii w aplikacji Media Player) obserwuj wskazania na monitorze i kaszę na głośniku. Zmieniaj głośność i obserwuj ponownie.

WNIOSKI:

Na podstawie obserwacji i analizy przeprowadzonych doświadczeń można stwierdzić, że źródłem dźwięku jest ciało drgające.

Warto przeanalizować, które ciało w każdym doświadczeniu wykonywało drgania i było źródłem dźwięku.

I.2. Cechy dźwięku

Pytanie 2 : „Czym różnią się dźwięki ?”

Doświadczenia:

1. Różne kamertony
2. Monohord lub gitara
3. Rozpoznajemy źródła dźwięków

Doświadczenie 1

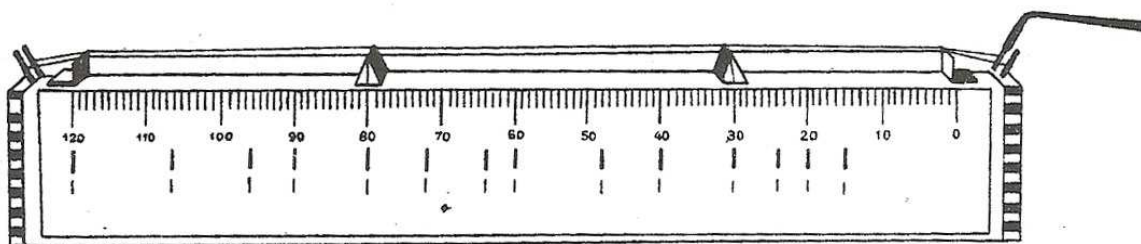
Przyrządy: kamerton

Eksperyment rozpoczynamy jak w temacie 1, doświadczenie 5 i uderzamy kamerton kilka razy, coraz mocniej. Na widełki kamertonu nakładamy metalową blaszkę i powtarzamy eksperyment.

Doświadczenie 2

Przyrządy; gitara, monohord

Strunę gitary lub monohordu (jeżeli jest w pracowni) szarpnij lekko i stopniowo coraz mocniej. Powtórz jeszcze raz naciskając strunę w różnych miejscach.



Doświadczenie 3

Przyrządy: cymbalki, flet, gitara i inne dostępne źródła dźwięków

W tym doświadczeniu można wcześniej nagrać dźwięki z różnych źródeł i zabawić się w rozpoznawanie ich lub słuchać dźwięki generowane w sąsiednim pomieszczeniu.

WNIOSKI:

Dźwięki różnią się między sobą właściwościami – cechami

Cechy dźwięku:

Wysokość dźwięku – im większa jest częstotliwość źródła drgań, tym wyższy dźwięk i odwrotnie. (Dźwięki wydawane przez komara i szerszenia łatwo rozpoznajemy, gdyż różnią się między innymi wysokością).

Natężenie dźwięku – im większą energię przenosi dźwięk, a ściślej ośrodek, w którym dźwięk się rozchodzi, tym większe jest natężenie dźwięku. Jednostką natężenia dźwięku jest $\frac{J}{m^2 \cdot s}$ czyli $\frac{W}{m^2}$.

Poziom natężenia dźwięku podaje się też w decybelach (dB).

Jednostkę tę zdefiniowano w oparciu o metody porównywania poziomu natężeń dźwięków.

Im silniejsze jest uderzenie lub szarpnięcie tym dźwięk jest intensywniejszy w wykonanych doświadczeniach. Mówimy, że ma większe natężenie.

Barwa dźwięku wiąże się z jego złożonością. Dźwięk o tej samej wysokości i natężeniu, generowany przy pomocy różnych źródeł, np. różnych instrumentów muzycznych, jest inny. Można powiedzieć, że miarą złożoności – barwy dźwięku – jest ilość tonów które występują razem z tonem podstawowym. Ton podstawowy ilustrowany jest przy pomocy sinusoidy.

Próbowaliśmy ją narysować w doświadczeniu z kamertonem.

Zakres częstotliwości dźwięków odbieranych przez ucho człowieka mieści się w przedziale (średnio) od 16 Hz do 20 000 Hz (20 kHz). Ten zakres częstotliwości nazywamy częstotliwością akustyczną.

I.3. Rozchodzenie się dźwięków w różnych ośrodkach

Pytanie 3 : „ W jaki sposób dźwięk dociera do odbiorcy?”

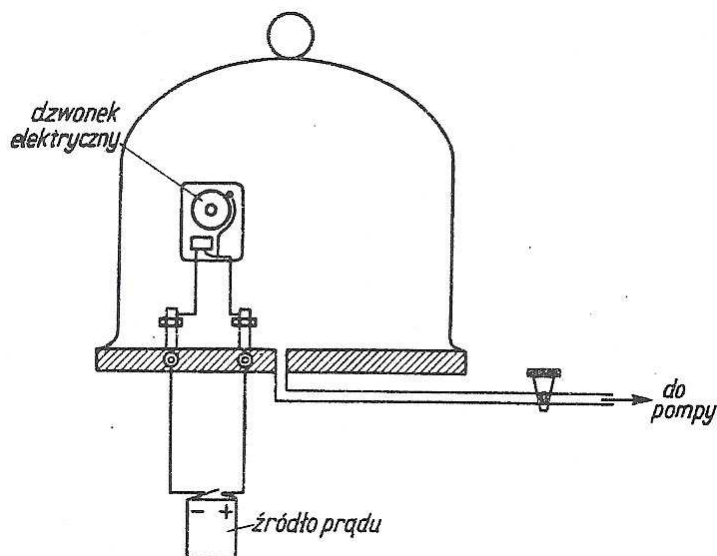
Doświadczenia:

1. Doświadczenie z dzwonkiem
2. Dzwonek pod kloszem
3. Kamerton i wahadło jeszcze raz
4. Zjawisko rezonansu akustycznego
5. Zjawisko odbicia fal dźwiękowych
6. Interferencja fal
7. Zjawisko Dopplera – opracowane w pakiecie nr 1 część 8

Doświadczenie 1

Przyrządy: dzwonek z zestawu do budowy obwodów elektrycznych

Podłączamy dzwonek do prądu

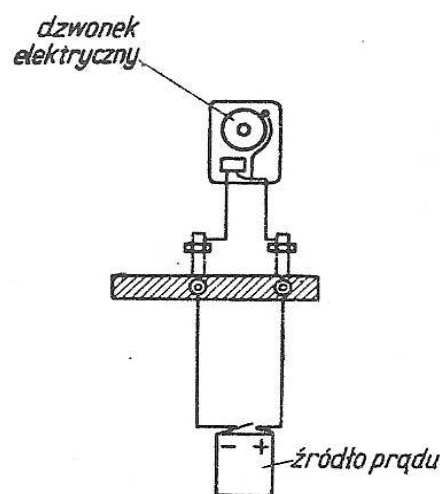


Usuwamy powietrze z klosza (część powietrza).

Doświadczenie 2

Doświadczenie 2

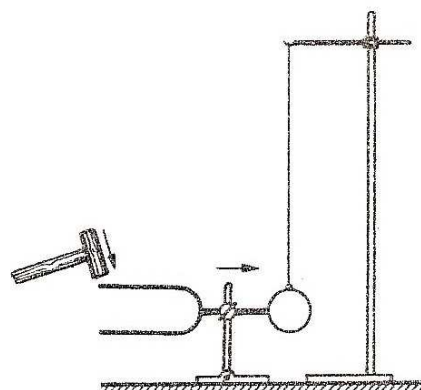
Przyrządy: dzwonek, klosz, pompa próżniowa (można przygotować klosz z butelki 5-litrowej po wodzie mineralnej, uszczelnić powierzchnię zetknięcia silikonem, zamiast pompy próżniowej można wykorzystać pompkę stosowaną do półkul magdeburgskich)



Doświadczenie 3

Przyrządy: kamerton mocno przykręcony, wahadło i młoteczek

Obserwujemy zmiany po uderzeniu w kamerton



WNIOSKI:

Źródło dźwięku drgając wzbudza w ośrodku sprężystym stałym, ciekłym lub gazowym falę podłużną. Falę tę można traktować jako falę przemieszczeń cząstek prowadzącą do wytwarzania się zgęszczeń i rozrzedzeń cząsteczek ośrodka. Taka fala dociera do obserwatora. W doświadczeniu z dzwonkiem pod kloszem bez powietrza – w próżni brak ośrodka – fala nie powstaje i dźwięk nie rozchodzi się.

Fala dźwiękowa to fala o określonej częstotliwości.

Człowiek słyszy dźwięk o częstotliwościach leżących w zakresie od 16 Hz do 20 000 Hz.

Fale o częstotliwościach wyższych od 20 000 Hz nazywamy ultradźwiękami. Niektóre zwierzęta mogą emitować i słyszeć ultradźwięki, np. pies, szczur, delfin, wieloryb, chomik, nietoperz. Są to fale o małej długości, w powietrzu poniżej ok. 15 cm. Znalazły one liczne zastosowania.

- a. Fale ultradźwiękowe w cieczach mogą wywoływać powstawanie emulsji np. rtęci w wodzie, oliwy w wodzie. Praktycznie jest to wykorzystywane przy produkcji drobnoziarnistych emulsji fotograficznych, w przemyśle farmaceutycznym przy produkcji kremów i leków oraz w przemyśle spożywczym do produkcji majonezu.
- b. Znane jest także działanie koagulujące fal ultradźwiękowych: drobne cząstki zawiesin (hydrozole i aerozole) mogą się łączyć w większe zespoły. Z tym wiąże się zagadnienie usuwania mgły: połączenie drobnych kropelek mgły w większe krople sprzyja opadaniu ich na ziemię. Analogicznie : łączenie się drobnych cząstek sadzy w większe agregaty pod wpływem fal ultradźwiękowych w długim przewodzie kominowym sprzyja ich opadaniu wewnątrz komina i przyczynia się do oczyszczania powietrza
- c. Pod działaniem ultradźwięków giną bakterie i inne mikroorganizmy. Czerwone ciałka krwi ulegają rozkładowi.
- d. Fale ultradźwiękowe znalazły szerokie zastosowanie w metalurgii. Ważniejsze przykłady: prześwietlanie bloków i odlewów metalicznych celem wykrywania wad nawet na głębokości kilku metrów – defektoskopia ultradźwiękowa.
- e. W przemyśle chemicznym ultradźwięki mogą służyć m.in. do odgazowywania cieczy, usuwania zawartych w niej gazów. Ta sama metoda może być stosowana w przemyśle metalurgicznym, ponieważ pęcherzyki gazów zamknięte w odlewach są najpospolitszą wadą odlewów.
- f. Dalszym ważnym zastosowaniem ultradźwięków jest hydrolokacja ultradźwiękowa. Hydrolokacja polega na wysyłaniu przez generator znajdujący się na statku krótkotrwałego impulsu ultradźwiękowego w stronę dna morskiego. Impuls taki odbija się od dna i wraca jako echo. Mierząc czas wysłania impulsu i czas jego powrotu można określić głębokość morza znając prędkość rozchodzenia się ultradźwięków w wodzie. Sonary to urządzenia wykorzystywane w okrętach podwodnych.

Metoda ta, stosowana początkowo do ustalania głębokości dna morskiego, wykrywania łodzi podwodnych, gór lodowych i skał, została następnie rozszerzona na impulsy fal elektromagnetycznych, wykorzystywane w urządzeniach radarowych przy tzw. radiolokacji.

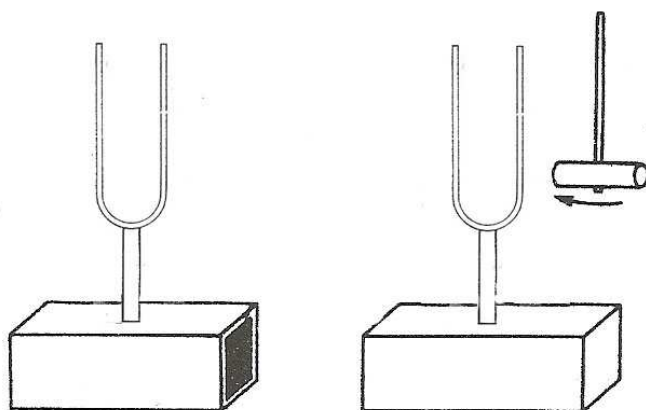
- g. W medycynie: USG–ultrasonograf, urządzenie generujące i rejestrujące fale ultradźwiękowe, pozwalające uzyskać dokładny obraz narządów wewnętrznych.

Infradźwięki to fale o częstotliwościach poniżej 20 Hz. Są to fale o dużej długości – w powietrzu powyżej 17 m. Dzięki temu są słabo tłumione i mogą rozchodzić się na znaczne odległości. Źródła ultradźwięków naturalne: wulkany, grzmoty, silny wiatr, lawiny, fale morskie, trzęsienia ziemi, zorze polarne, duże wodospady, słyszane i wysyłane przez wieloryby i słonie oraz sztuczne: głośniki, duże pojazdy samochodowe, samoloty, helikoptery, sprężarki, pompy próżniowe i gazowe, wieże wiertnicze, urządzenia chłodnicze i ogrzewające powietrze.

Doświadczenie 4

Przyrządy: dwa kamertony, młoteczek

Dwa takie same kamertony ustawiamy tak jak na rysunku



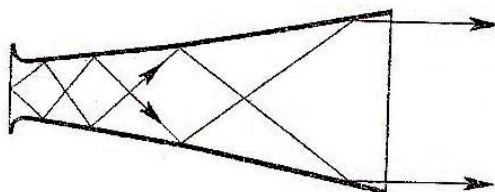
- Po uderzeniu młoteczką jednego z nich chwytamy ręką widełki drugiego kamertonu.
- Powtarzamy to doświadczenie jak poprzednio i dodatkowo chwytamy ręką ten kamerton który, uderzaliśmy młoteczką.
- Powtarzamy doświadczenie jak w punkcie „a”, odsuwając kamertony na większą odległość.
- Ustawiamy jeszcze raz kamertony jak w doświadczeniu „a” z tym, że na jeden z kamertonów nakładamy kawałek zgiętej blaszki.

Obserwowane zjawisko to rezonans akustyczny polegający na pobudzaniu do drgań kamertonu o takim samym okresie drgań własnych – o takiej samej częstotliwości.

Ważną rolę pełni „skrzynka drewniana otwarta z jednej lub obu końców” – pudło rezonansowe.

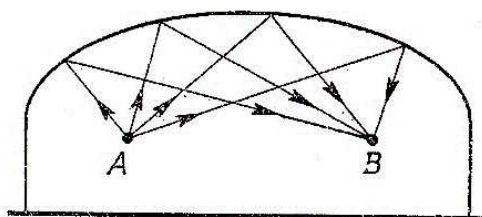
Zjawiska towarzyszące rozchodzeniu fali dźwiękowej (głosowej):

a. Odbicie fal głosowych



Na odbiciu fal głosowych (dźwiękowych) polega działanie megafonu – tuby o lekko zakrzywionych ścianach (pokazana na rysunku powyżej).

Z megafonu wychodzi wiązka fal głosowych prawie równoległa, dzięki czemu jest słyszalna w odległości do około 1,5 km.



Ten rysunek przedstawia jeszcze jeden przykład zastosowania odbicia fal dźwiękowych. Fale odbijają się od odpowiednio ukształtowanych muszli koncertowych powodując skoncentrowanie się tych fal w strefie widowni.

Doświadczenie 5

Przyrządy: taśma miernicza, stoper

Bardzo dobrze znanym zjawiskiem obserwowanym w przyrodzie jest echo.

Proponuję doświadczenie podczas wycieczki, jeżeli warunki terenowe pozwolą – duży budynek, ściana lasu, wysokie skały.

W tym celu wypowiadamy głośno np. hooop lub inny jednosylabowy wyraz i mierzymy czas po jakim usłyszymy odpowiedź. Przy pomocy taśmy mierniczej mierzymy odległość od obserwatora do przeszkody, od której fala dźwiękowa odbija się.

Zbliżamy się do ściany mierząc kilka razy czas i odległość.

Przy jakiej odległości nie usłyszymy echa?

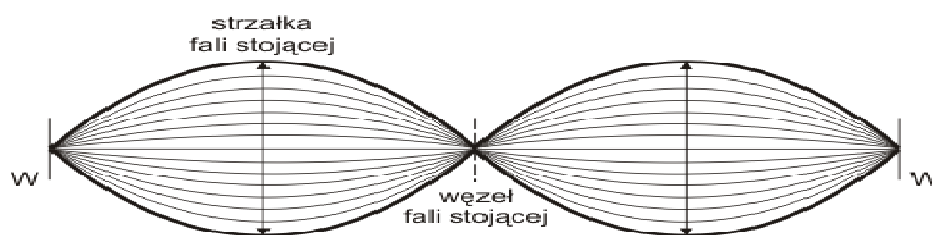
b. Interferencja fal głosowych zachodzi jeżeli w jednym ośrodku sprężystym spotykają się fale głosowe o jednakowej częstotliwości. W wyniku interferencji następuje wzmocnienie lub osłabienie natężenia dźwięku.

Szczególnym przypadkiem interferencji jest fala stojąca. Powstaje ona na skutek interferencji dwóch fal o tym samym okresie, częstotliwości, takiej samej amplitudzie, biegnących w przeciwnie strony.

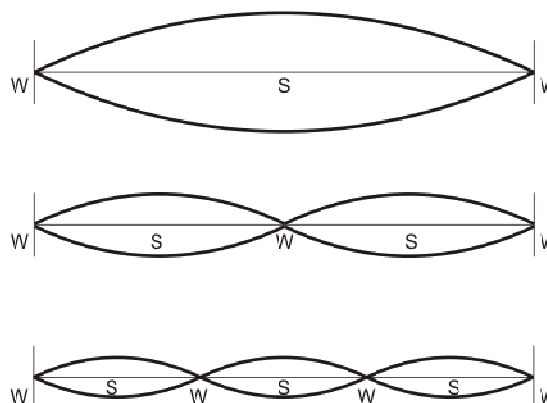
Najłatwiej jest osiągnąć te warunki podczas interferencji fali padającej i fali odbitej.

Warto przypomnieć, że falę stojącą można uzyskać na wężu gumowym o długości około 10 m i średnicy 1 cm. W tym celu jeden koniec należy unieruchomić trzymając go lub przywiązując do mocnego statywu, poręczu. Wykonując rytmiczne ruchy drugim końcem można wywołać falę poprzeczną, która po odbiciu od przeszkody (ręki, statywu) z falą wysłaną utworzy obraz jak na rysunku. Jest to fala stojąca, nie przemieszcza się wzdłuż węża

Rysunek poniżej przedstawia węzły i strzałki fali stojącej

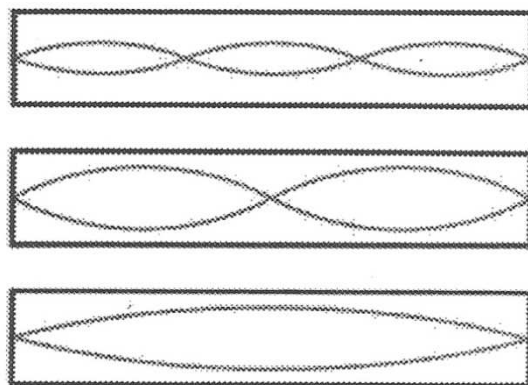


Ilustracja fali głosowej stojącej powstającej na strunie

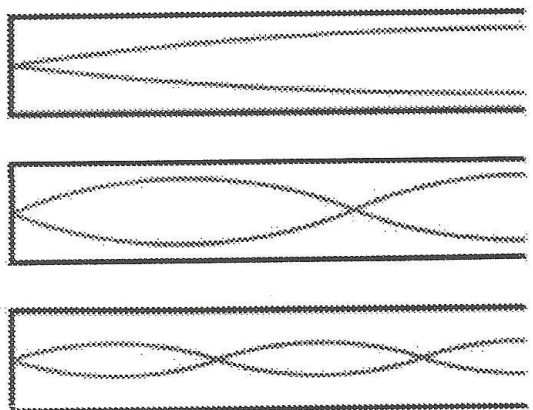


W – węzły S– strzałki

Ilustracja fali głosowej stojącej w zamkniętym zbiorniku z powietrzem



Ilustracja fali głosowej stojącej w zbiorniku (pudle rezonansowym) otwartym z jednej strony. Warto zauważyć, że strzałka fali znajduje się u wylotu. W tym obszarze następuje największe wzmocnienie dźwięku.



Doświadczenie 6

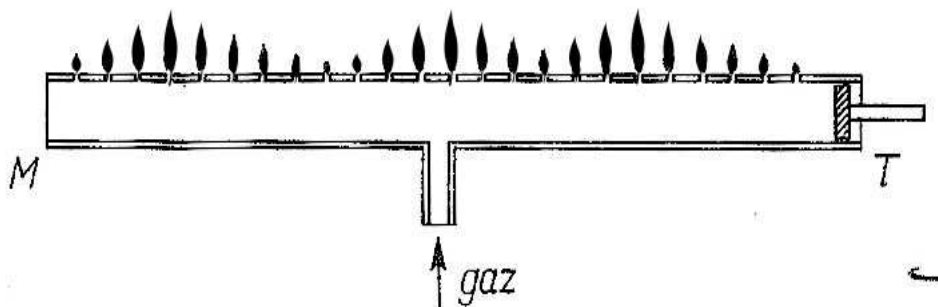
Doświadczenie Rubensa – można zobaczyć podczas doświadczeń pokazowych w Instytucie Fizyki UJ

Doświadczenie to pokazuje powstawanie węzłów i strzałek fali stojącej w drgającym słupie gazu.

W tym celu stosuje się cienkościenną rurę metalową, ustawioną poziomo i w górnej części zaopatrzoną w szereg równoodległych otworków. Rura zamknięta jest z jednej strony membraną M, w drugim tłokiem T, który można przesuwac.

Rura zostaje napełniona gazem świetlnym. Gaz wypływający z otworków zostaje podpalony i widoczny jest w postaci szeregu równo palących się płomieni. Gdy jednak do membrany zostanie zbliżony kamerton i odpowiednio ustawiony zostanie tłok to płomyki będą wyglądać jak na rysunku.

Najbardziej drgają płomyki najwyższe wskazujące strzałki fali, w węzłach płomyki nie drgają i są najmniejsze



I.4. Prędkość dźwięku

Pytanie 4 : Ile wynosi prędkość dźwięku w różnych ośrodkach?

Doświadczenia:

1. Pomiar prędkości dźwięku metodą Galileusza
2. Wyznaczanie prędkości dźwięku w powietrzu metodą rezonansu
3. Prędkości dźwięku w różnych ośrodkach – RURA KUNDTA

Doświadczenie 1:

Przyrządy: taśma miernicza, stoper

Doświadczenie to trzeba wykonać na wolnej przestrzeni, na wycieczce ze względu na konieczną odległość a ściślej czas, który będziemy mogli zmierzyć.

W doświadczeniu biorą udział dwie osoby.

Najlepiej pomiar wykonać wieczorem. Uczestnicy eksperymentu powinni się znaleźć w odległości około $\Delta s = 500\text{m}$ w linii prostej. Odległość można zmierzyć Bardzo dobra obserwacja będzie możliwa jeżeli chociaż jedna osoba znajdzie się na wzniesieniu.

Osoba pierwsza O_1 , dysponująca latarką, osoba druga O_2 – stoperem z dokładnością 0,01 s.

Osoba pierwsza włącza lampkę i w tym samym czasie krzyczy umówione słowo. Osoba druga włącza stoper po zauważeniu światła i wyłącza go po usłyszeniu dźwięku. Wskazanie stopera Δt .

Otrzymane wyniki pozwolą obliczyć prędkość dźwięku w powietrzu w warunkach które panowały w chwili pomiaru.

$$V = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Oszacuj dokładność pomiaru.

Wynik porównaj z danymi tablicowymi



Doświadczenie 2

Przyrządy: zestaw doświadczalny przedstawiony na rysunku

Drgający kamerton o znanej częstotliwości umieszczamy u wylotu rury. W rurze znajduje się słup powietrza ograniczony ściankami rury i powierzchnią wody. Ma on jako ciało sprężyste określoną częstotliwość drgań własnych tj. drgań, jakie może wykonywać na skutek swojej sprężystości i bezwładności.

Drgania w słupie powietrza w rurze zostają wymuszone przez drgania kamertonu. Amplituda drgań wymuszonych jest największa, gdy częstotliwość fali padającej równa się częstotliwości drgań słupa powietrza. Zachodzi tutaj (opisane wcześniej) zjawisko rezonansu.

W rurze następuje interferencja fali padającej, rozchodzącej się od kamertonu przez słup powietrza do powierzchni wody i fali odbitej, powracającej od powierzchni cieczy do wylotu rury i tam ulegającej ponownemu odbiciu od otaczającego powietrza.

W rurze powstaje fala stojąca, która u wylotu będzie mieć strzałkę drgań, a na powierzchni cieczy węzeł.

W celu wyznaczenia długości fali szukamy takiej długości słupa powietrza przy którym nastąpi pierwsze wzmocnienie dźwięku (długość słupa powietrza będzie wynosić $\frac{1}{4} \lambda$)

Obniżając zbiornik obniżamy poziom wody w rurze i przy pewnym położeniu powierzchni wody usłyszymy kolejne wzmocnienie dźwięku ($\frac{3}{4} \lambda$, $\frac{5}{4} \lambda$).

Obliczając odległość między sąsiednimi węzłami otrzymujemy $\frac{1}{2} \lambda$.

Wyniki pomiarów (można zapisać w formie tabeli).

Częstotliwość drgań kamertonu.....

Długość słupa powietrza odpowiadająca	$\frac{1}{4} \lambda$
	$\frac{3}{4} \lambda$
	$\frac{5}{4} \lambda$
	$\frac{1}{2} \lambda$

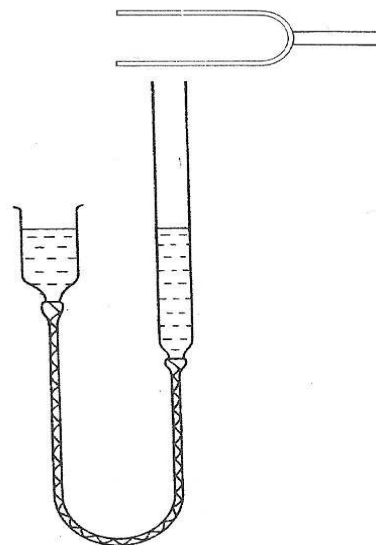
Pomiary powtarzamy co najmniej trzy razy.

Obliczenie prędkości dźwięku w powietrzu : $v = \lambda f$

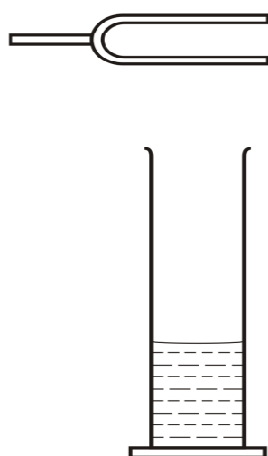
Obliczenie błędu pomiaru

Porównanie otrzymanego wyniku z danymi tablicowymi

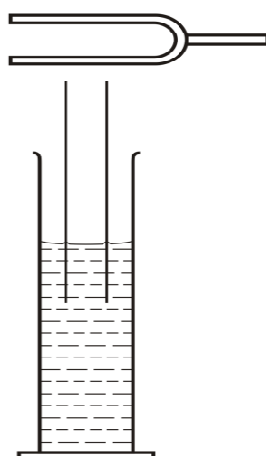
Wnioski:



Doświadczenie to można wykonać stosując jeszcze takie przyrządy



Rys. 1

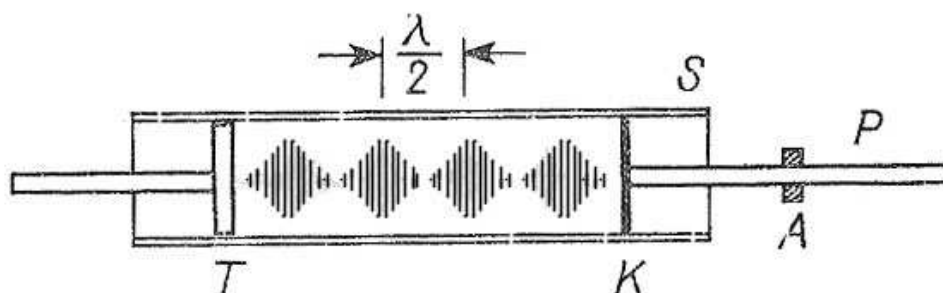


Rys.2

Uproszczona aparatura może zastąpić zestaw doświadczalny przedstawiony w doświadczeniu drugim. Zestaw przedstawiony na rysunku pierwszym pozwala na wzbudzeniu fali stojącej podczas dolewania wody do naczynia. W przypadku zestawu przedstawionego na rysunku drugim uzyskujemy odpowiednio długość słupa powietrza zanurzając cylinder na odpowiednią głębokość.

Doświadczenie 3

Przyrządy: Rura Kundta



Doświadczenie Kundta z falami stojącymi wykorzystywane jest do wyznaczania prędkości dźwięków w różnych ośrodkach.

Poziomo umieszczony pręt P zamocowany jest dokładnie w środku. Pocierając podłużnie jeden koniec pręta wzbudzamy w nim falę stojącą o długości λ w przecie równej dwóm długościom pręta. Drugi koniec z tłoczkiem K wprowadzony jest do wnętrza szklanej rury, której dno posypane jest cienką warstwą lekkiego proszku, może to być sproszkowany korek, toner (proszek do kserokopiarek).

Drgający tłok K jest źródłem drgań dla zawartego w rurze słupa powietrza. Fala podłużna przechodzi przez powietrze wewnątrz rury i ulega odbiciu od tłoczka T zamykającego drugi wylot.

Dzięki temu w rurze powstają ciągi fal biegnących i odbitych, które interferują ze sobą. Nie zawsze jednak w rurze powstaje fala stojąca.

Światło, dźwięk, powietrze, próżnia



Odpowiednie warunki do jej powstania uzyskujemy przesuwając powoli tłoczek T w czasie pobudzania pręta P do drgań. Przy pewnym położeniu tłoczka można zaobserwować zaburzenie w układzie proszku na dnie rury.

Wyraźnie widoczne są miejsca, gdzie proszek pozostaje w spoczynku oraz takie, gdzie cząstki proszku, a więc i cząstki powietrza w rurze, podlegają silnym drganiom.

Są to węzły i strzałki powstającej w rurze fali stojącej.

Mierząc odległość między węzłami można obliczyć długość fali stojącej, powstającej w powietrzu. Źródłem tej fali były drgania wzbudzone w pręcie. Częstotliwość drgań słupa powietrza jest równa częstotliwości drgań własnych pręta. Zaszło tu zjawisko rezonansu.

Korzystając z zależności :

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

można zapisać

$$\lambda_{\text{ w pręcie }} = \frac{v_{\text{ w pręcie }}}{f_{\text{ w pręcie }}}}$$

$$\lambda_{\text{ w powietrzu }} = \frac{v_{\text{ w powietrzu }}}{f_{\text{ w powietrzu }}}}$$

Częstotliwość drgań w pręcie $f_{\text{ w pręcie }}$ i w powietrzu $f_{\text{ w powietrzu }}$ jest taka sama, więc dzieląc stronami otrzymujemy zależność:

$$\frac{\lambda_{\text{ w pręcie }}}{\lambda_{\text{ w powietrzu }}} = \frac{v_{\text{ w pręcie }}}{v_{\text{ w powietrzu }}}}$$

Znając prędkość rozchodzenia fali podłużnej w powietrzu oraz długości tych fal w pręcie i w powietrzu, można z tego równania obliczyć prędkość rozchodzenia fali w materiale pręta.

W tablicach matematyczno – fizycznych można znaleźć prędkość dźwięku w różnych ośrodkach. Mimo dużej prędkości dźwięku w powietrzu wartości głośne krzyknienie może być odebrane w odległości nie większej niż kilkaset metrów, wybuch można usłyszeć w odległości kilkunastu kilometrów. Rozproszenie energii powoduje że fala gaśnie.

Co zrobić by fala dźwiękowa dotarła do bardzo odległego odbiorcy?

I.5. Przesyłanie i odbiór dźwięków

Pytanie 5 : Jak przesłać falę dźwiękową na bardzo duże odległości?

Doświadczenia:

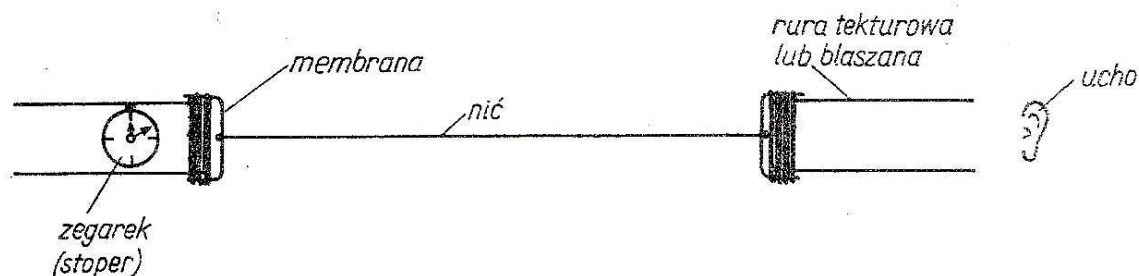
1. Model telefonu
2. Model telefonu Bella
3. Telefon z mikrofonem

Co jest do zrobienia?

fala dźwiękowa	urządzenie	super szybki pociąg? samolot? rakieta ?	urządzenie	fala dźwiękowa
<i>pasażer</i>	<i>sposób na wsadzenie pasażera</i>	<i>transport pasażera</i>	<i>sposób na wysadzenie pasażera</i>	<i>pasażer</i>

Doświadczenie 1 Budujemy najprostszy telefon

Przyrządy: dwie rury z tektury lub puszki blaszane po napojach po usunięciu dna, mocny papier lub folia plastikowa, mocna nić, zegarek – budzik „tykający”.



Przygotowanie:

Papier, folię napinamy jak najmocniej i obwiązujemy wokół rurki nitką, recepturką – będzie to membrana. Środek membrany dziurawimy i przeciągamy przez otworek końce mocnej, kilkumetrowej nici lub żyłki wędkarskiej– głosu przewodnik. Na końcach nici robimy duży supeł lub przywiązujemy kawałek drewnianej wykałaczki.

Do wnętrza jednej rury, blisko membrany, wkładamy zegarek lub mówimy przykładając usta blisko końca rury.

Wyniki:

Po przyłożeniu ucha do końca drugiej rury w odległości kilku metrów słyhać „tykanie „zegarka lub wypowiedziane szeptem słowa. Słyhać lepiej niż w powietrzu. Fale dźwiękowe szybciej rozchodzą się w ciałach stałych

Ważna uwaga!!! sznurek powinien być napięty.

Niestety tak zbudowanym telefonem można przesłać dźwięk tylko na odległość kilku metrów.

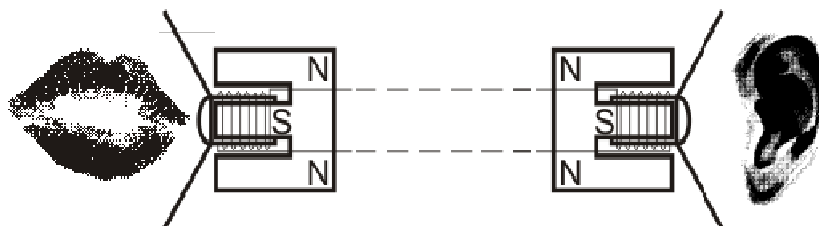
Szukamy ulepszeń.

Doświadczenie 2: Model telefonu Bella

Przyrządy: zwojnice i magnesy z zestawów doświadczalnych do elektromagnetyzmu a najlepiej dwie słuchawki ze starych telefonów tzw. mikrotelefon

Trzeba je połączyć ze sobą.

Odbiorca może wyjść poza budynek szkoły.



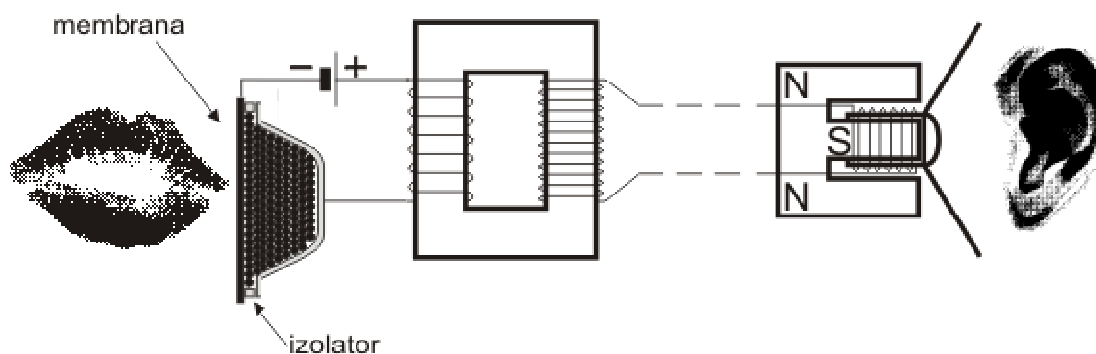
Udało się przesłać falę dźwiękową na odległość kilkudziesięciu metrów. Przeanalizuj w jaki sposób.

Aleksander Graham Bell (1847 – 1922) przesłał pierwszy raz przez telefon własnej konstrukcji słowa, które przeszły do historii:

„Panie Watson, proszę tu przyjść, potrzebuję pana” ("Mr. Watson – come here – I want to see you.")

Doświadczenie 3

Przyrządy: mikrofon węglowy, może być też ze starego telefonu lub z zestawu pomocy do elektromagnetyzmu, transformator z zestawu do doświadczeń z transformatorem, głośnik z zestawu lub inny o małej mocy lub słuchawka z poprzedniego doświadczenia, bateria płaska lub zasilacz prądu stałego.



obwód mikrofonowy

obwód głośnikowy, słuchawkowy

Teraz dźwięk jest wyraźny i słyszalny na znacznej odległości.

Telefony stosowane dzisiaj to układ podobny do tego, który wystąpił w tym doświadczeniu.

Odpowiadamy na pytanie:

Które elementy telefonu zmieniły się w sposób umożliwiający rozmowę z dowolnie wybranym odbiorcą?

Więcej na temat wynalazku Bella można przeczytać na stronach internetowych:

http://pl.wikipedia.org/wiki/Aleksander_Graham_Bell

<http://voxim.pl/page.php?109> artykuł *Historia powstania telefonu*

I.6. Zapisywanie i odtwarzanie dźwięku

Od Edisona do płyty CD

Zapisywanie dźwięku jest procesem utrwalania, archiwizacji drgań akustycznych na nośniku dźwięku. Fala dźwiękowa wywołuje drgania akustyczne, które z kolei zmieniają właściwości odpowiedniego nośnika. Procesem odwrotnym jest odczytywanie dźwięku, podczas którego zmiany właściwości nośnika przetwarzane są najpierw w drgania akustyczne a następnie w dźwięki odtwarzane przez głośnik.

Krótką informacją o metodach zapisywania i odtwarzania dźwięku, przedstawioną w porządku historycznym:

1. Zapis mechaniczny – fonograf Thomasa Edisona – polegający na wycinaniu rowka za pomocą ryłka drgającego w takt drgań akustycznych.
2. Zapis magnetyczny polegający na zmianach stanu namagnesowania nośnika – taśmy magnetycznej – magnetofon. (taśmy magnetofonowe i magnetowidowe, dyskietki, dyski i taśmy komputerowe).
3. Zapis optyczny polegający na zmianie zaczernienia nośnika (taśmy światłoczułej) odpowiednio do drgań akustycznych.
4. Zapis na płytach CD polega na wycinaniu ciągu mikroskopijnych zagłębień (ang. pitów) o zmiennej długości i zmiennej wzajemnej odległości na spiralnej ścieżce, prowadzącej od wewnątrz na zewnątrz, za pomocą lasera, w warstwie metalu pokrywającej plastikowy dysk.

Więcej na temat zapisywania i odtwarzania dźwięku na stronach internetowych:

<http://pl.wikipedia.org/wiki/Dźwięk>

<http://www.zsl.gda.pl>

Proponowana literatura i strony internetowe

1. D.Halliday, R. Resnick, *Fizyka*, PWN Warszawa 1974
2. D.Halliday, R. Resnick, J. Walker, *Podstawy fizyki*, tom 1., Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2003.
3. E. Jarmońkiewicz, *Wielka księga eksperymentów*, Wyd. Zielona Góra 2001
4. pod redakcją B. Sagnowskiej, *Fizyka – podręcznik dla gimnazjum*, Wyd. Zamkor,
5. pod redakcją J. Salach, *Fizyka – dla szkół ponad gimnazjalnych*, Wyd. Zamkor,
6. R. Subieta, G. Gębura, *Metodyka Eksperymentu Fizycznego*, PWN, Warszawa 1975
7. S. Szczeniowski, *Fizyka doświadczalna*, PWN Warszawa 1972

Strony internetowe

<http://pl.wikipedia.org/wiki/dźwięk>

/fala stojąca

/echo

/figury Chladiego

/instrumenty

<http://www.zsl.gda.pl>

http://pl.wikipedia.org/wiki/Aleksander_Graham_Bell

<http://voxim.pl/page.php?109> artykuł *Historia powstania telefonu*

CZĘŚĆ II: ŚWIATŁO W OPISIE NAUKOWYM, LITERACKIM I PLASTYCZNYM



Wstęp do części II

W pierwszej części opisane zostały zjawiska i doświadczenia, które mogą zachodzić w ośrodkach materialnych. Szczególne znaczenie odgrywało powietrze. To głównie w tym ośrodku obserwowane były eksperymenty związane z rozchodzeniem się dźwięków.

Zmysł słuchu często wspierany nowoczesną aparaturą pozwalał na obserwację wielu interesujących zjawisk i doświadczeń.

Obserwacje związane z rozchodzeniem się światła uruchamiają nasz wzrok, dzięki któremu możliwy jest odbiór części fal z widma fal elektromagnetycznych. Te fale nie potrzebują ośrodka materialnego do rozchodzenia się, chociaż rozchodzą się również w ośrodkach materialnych. Światło rozchodzi się w ośrodkach przezroczystych.

Obserwacja zjawisk optycznych wiąże się z dużą ilością wrażeń pozytywnych: ciepło, barwy. Zjawiska optyczne obserwowane w przyrodzie są inspiracją dla wielu poetów, malarzy i wywołują szczególne wrażenia estetyczne.

W tej części znajdują się, obok opisów naukowych zjawisk optycznych i doświadczeń, opisy zaczerpnięte z literatury a także obrazy malowane nie słowem, a pędzlem.

Przyroda nie dzieli się na fizykę, astronomię, biologię, język polski lub język ojczysty, czy sztukę. Do jej opisu używany jest tylko inna forma. Zrozumienie i wyjaśnienie zachodzących w przyrodzie zjawisk wymagało powstania bardzo wyspecjalizowanych dziedzin nauki, precyzyjnych urządzeń, narzędzi badawczych i bardzo precyzyjnego, jednoznacznego i logicznego języka.

Ten język, często wzbogacony językiem matematyki powoduje, że fizyka jest dla wielu trudna. Warto wtedy przywołać ten język do opisu przyrody, który w danej chwili jest najbardziej zrozumiały.

Uczestnik programu zna prawa związane z rozchodzeniem światła: prawo odbicia i prawo załamania na poziomie przewidzianym programem nauczania. Warto te wiadomości powtórzyć, przeanalizować przed rozpoczęciem eksperymentów proponowanych w tym pakiecie.

Wiadomości dotyczące tych zjawisk można odszukać również w pakiecie nr 12.

II.1 Podglądanie przyrody: część 1

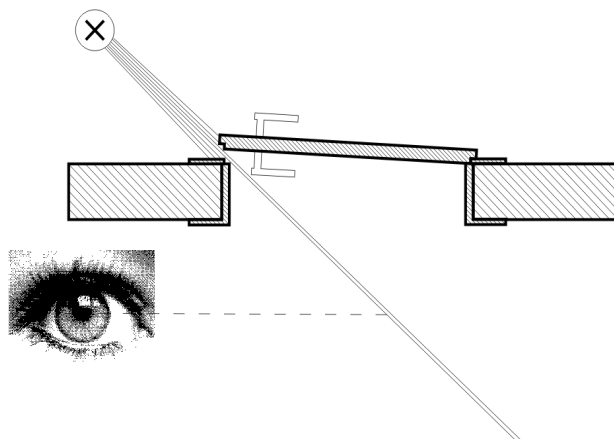
1. Światło rozchodzi się po liniach prostych



Doświadczenia: Naśladowanie przyrody

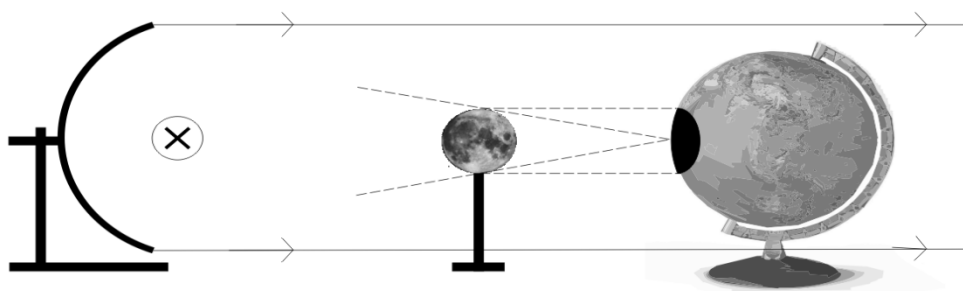
Doświadczenie 1: Jak rozchodzi się światło?

Przyrządy lub pomoce: silne źródło światła – żarówka oświetleniowa lub latarka, przysłona ze szczeliną (lekko uchylone drzwi), zestaw doświadczalny do optyki.



Doświadczenie 2: Zaćmienie Słońca i Księżycy.

Przyrządy: Zestaw do pokazu zaćmienia Słońca i Księżycy, lub miska metalowa jako zwierciadło kuliste, żarówka (w celu uzyskania równoległej wiązki światła – podobnego do słonecznego), metalowa kula, konduktor kulisty, globus.



WNIOSKI:

Obserwowana smuga świetlna, powstawanie cienia, obserwowane zaćmienie Słońca i księżycy to niektóre z dowodów na prostoliniowe rozchodzenie się światła.

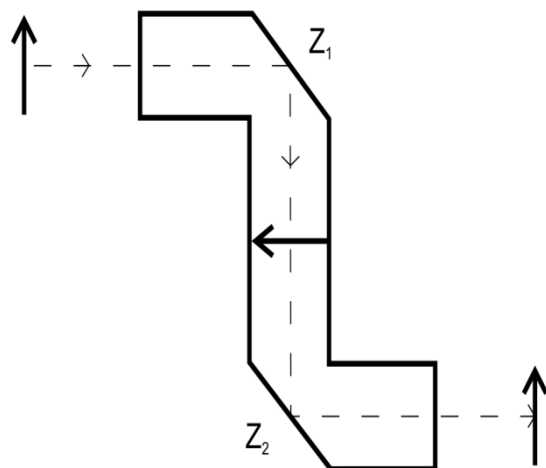
II. 2. Podglądanie przyrody: część 2

1. Odbicie światła



Doświadczenie 3: Budujemy peryskop

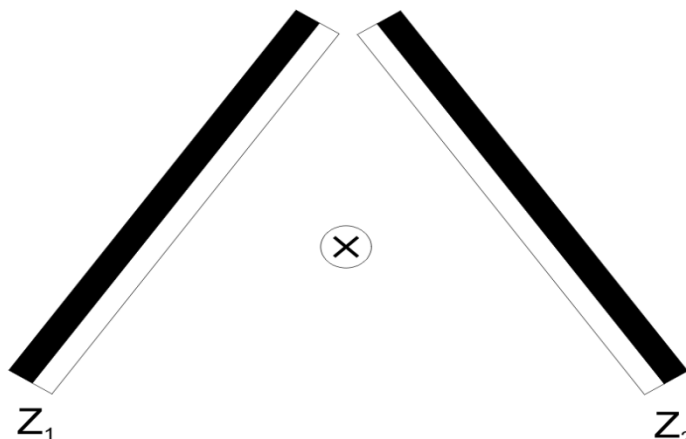
Przyrządy: tuba z tektury lub plastikowa osłona do przewodów, lub giętka rura kanalizacyjna, dwa zwierciadła płaskie



Doświadczenie 4: Otrzymywanie obrazów w zwierciadle płaskim – odbicie światła.

Przyrządy: Dwa zwierciadła płaskie, przedmiot.

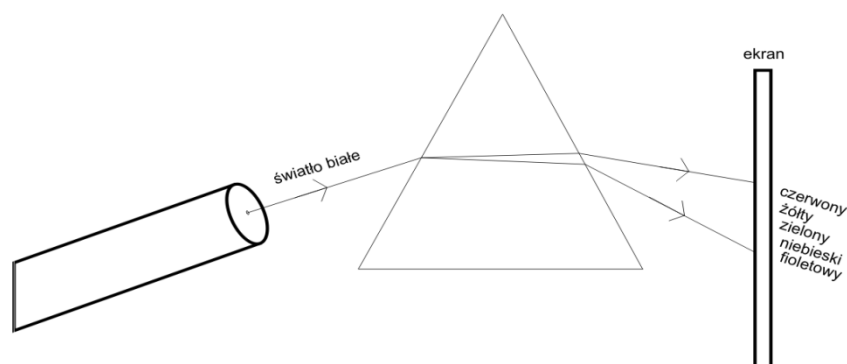
1. Ustaw zwierciadła pod kątem 90° i wykreśl powstające obrazy.
2. Sprawdź ile obrazów powstaje przy ustawieniu pod kątem 45° , 60° , ustaw zwierciadła równoległe do siebie. W każdym przypadku sprawdź ilość powstających obrazów.
3. Zapisz ogólnym równaniem zależność między liczbą obrazów a kątem między zwierciadłami.



2. Światło ulega załamaniu

Doświadczenie 5: Badanie zjawiska załamania światła w pryzmacie szklanym.

Przyrządy: źródło światła – latarka z żarówką halogenową, laser, pryzmat, ekran

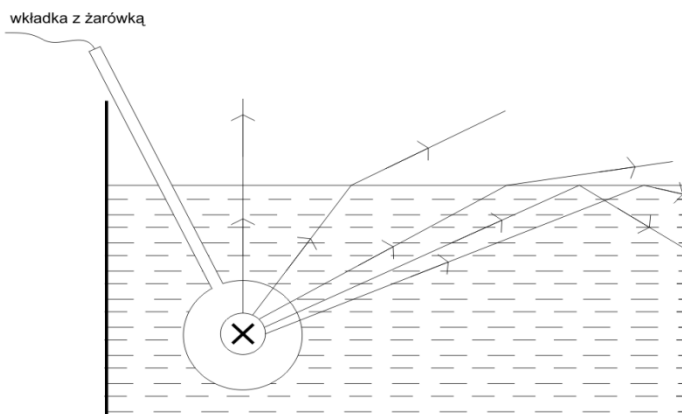


Wniosek:

Załamanie światła następuje na granicy dwóch ośrodków przezroczystych; pierwszy raz na granicy powietrze – szkło, drugi raz na granicy szkło – powietrze.

Doświadczenie 6: Całkowite wewnętrzne odbicie.

Przyrządy: duże akwarium lub podobne naczynie z przezroczystymi ścianami, obudowana żarówka (obudowę można zrobić z przezroczystego plastiku, grubej folii i zastosować żarówki, które nie nagrzewają się mocno), można użyć lasera zachowując ostrożność

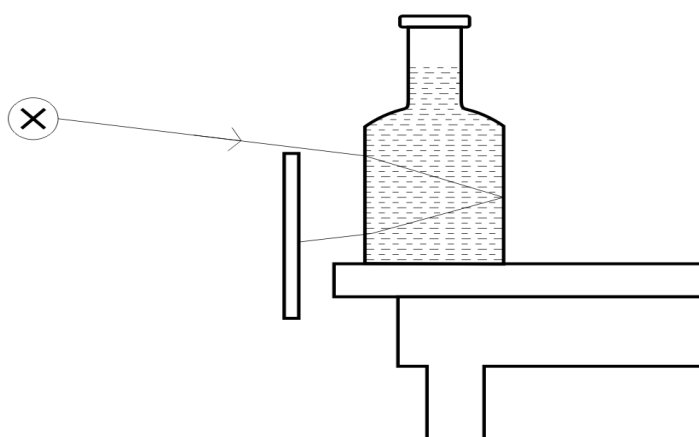


Wnioski:

Kąt załamania promieni wychodzących z wody jest większy niż kąt padania promieni na granicę woda – powietrze. Odbicie od powierzchni wody następuje przy kącie padania około 42° . Promień świetlny zachowuje się tak przy odbiciu od powierzchni zwierciadła płaskiego. W doświadczeniu zostało zbadane zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia.

Doświadczenie 7: Badanie zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia.

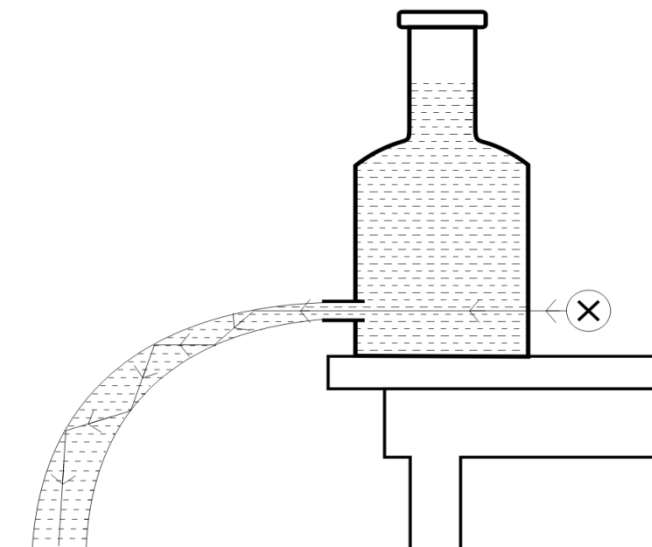
Przyrządy: kolba przezroczysta lub butelka, źródło światła, przysłona – ekran ze szczeliną.



Wnioski: Wewnętrzna ścianka butelki działa jak zwierciadło płaskie.

Doświadczenie 8: Załamanie światła w strudze wody.

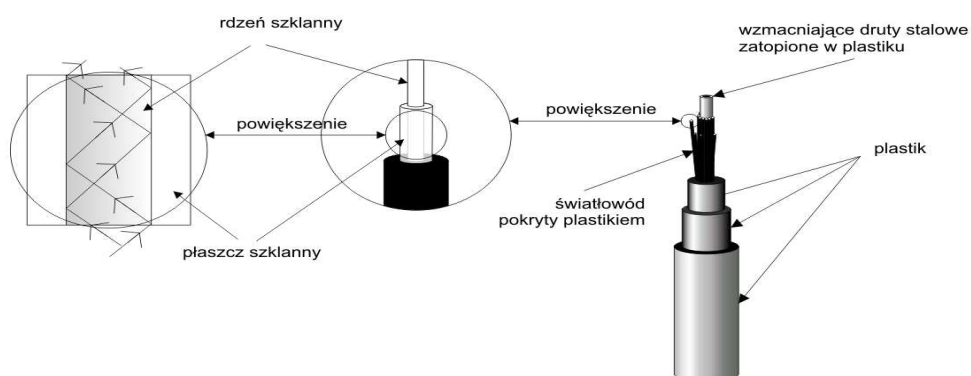
Przyrządy: kolba z odpływem lub 5 litrowa butelka po wodzie mineralnej z załączoną rurką w dolnej części (otwór można zrobić rozgrzanym gwoździem i umocować rurkę do picia soku, uszczelnić masą uszczelniającą, hydrauliczną), plasteliną, silne źródło światła, laser, barwnik do zabarwienia wody : atrament, nadmanganian potasu, farbka.



Wnioski:

Światło rozchodzi się po linii prostych ale może rozchodzić się w kierunkach dowolnie zaprojektowanych,

Przykład wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia: światłowody



Tak zaprojektowany światłowód może przekazywać nie tylko światło ale fale elektromagnetyczne o różnych długościach również fale radiowe.

II.3. Podglądanie przyrody: część 3

1. Zjawisko tęczy – rozszczepienie światła białego



2. Trochę historii

Tęcza opisana w wielu księgach od starożytności do współczesnych publikacji budziła największe zainteresowanie obserwatorów; filozofów, badaczy, fizyków i zwykłych ludzi.

Najwięcej informacji popartych eksperymentami odnotowano w Średniowieczu.

Mimo, że teoria optyki opierała się w dużym stopniu na interpretacji dzieł Arystotelesa, podejmowała ona wiele oryginalnych badań o charakterze naukowym.

Szczytowe osiągnięcia optyki średniowiecznej można znaleźć u Teodoryka z Freibergu.

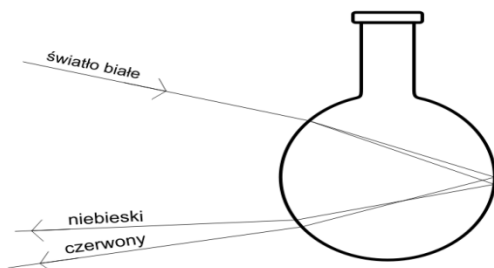
Teodoryk badał filozoficzne przyczyny kształtu i barw tęczy. Próbował poznać źródła szczególnego porządku barw w tęczy. Zauważył, że na łuku tęczy najwyżej widoczna jest barwa czerwona, a najniżej niebieska.

Doświadczenia przeprowadzone przez Teodoryka można powtórzyć w pracowni..

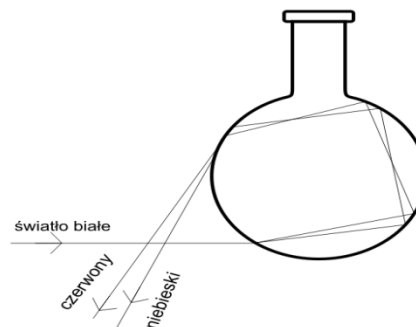
Kolba napełniona wodą jest modelem kropli deszczu. Poniżej przedstawione zostały schematy przeprowadzonych doświadczeń.

Doświadczenie 9: Modelowe odbicie światła.

Przyrządy: kolba kulista (okrągłodenna), światło słoneczne, silne źródło światła białego



rys. a



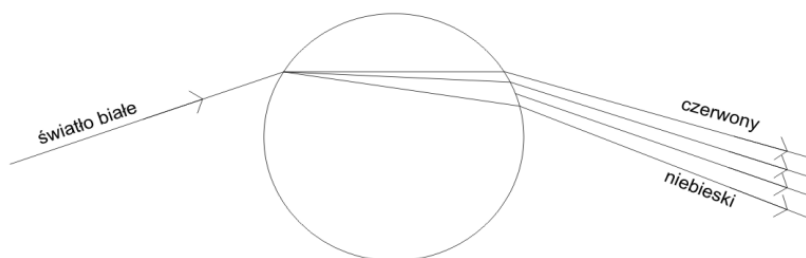
rys. b

Rysunki przedstawiają bieg promieni i rozszczepienie światła białego na różne barwy.

Z doświadczeń tych Teodoryk wyciągnął poprawny wniosek, że tęcza powstaje wskutek przechodzenia promieni słonecznych przez sferyczne krople deszczu w powietrzu oraz, że promienie tworzące tęczę zwykłą ulegają dwukrotnemu załamaniu na granicy kropli i jednemu odbiciu wewnętrznemu (rys. a). Promienie tworzące tęczę wtórną ulegają dwukrotnemu załamaniu i dwukrotnemu odbiciu (rys. b).

Poprawne ilościowe wyjaśnienie tęczy podał ponad 300 lat później Kartezjusz.

Znając prawo załamania światła oraz wynik obserwacji Teodoryka mógł podać dlaczego tęcza ma określone rozmiary kątowe.



Rysunek przedstawia przejście promienia przez pojedynczą kroplę.

Doświadczenie 10: Doświadczenie Kartezjusza

Przyrządy: szklana kolba z wodą destylowaną, ekran około 1m x 1m z otworem, silne źródło światła np. z rzutnika, od strony obserwatora dodatkowy mały ekran chroniący oczy obserwatora

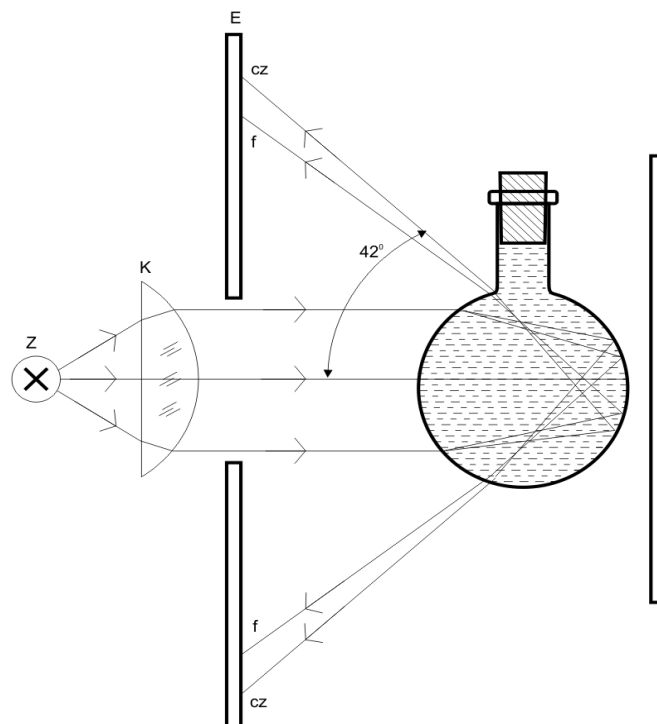
z – źródło światła

k – soczewka skupiająca, kondensator dający równoległą wiązkę światła,

E – ekran

cz – barwa czerwona

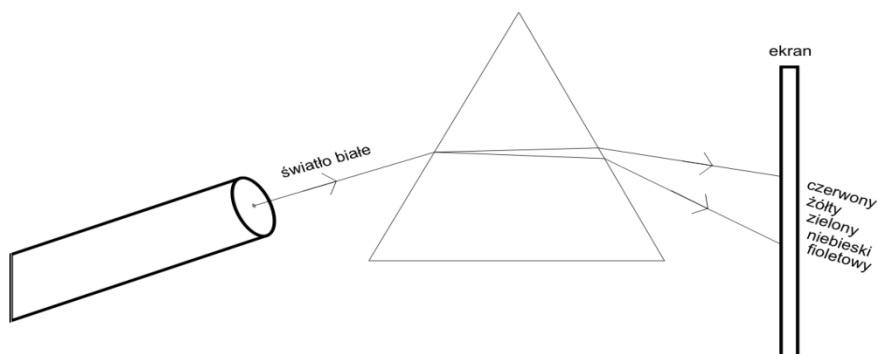
f – barwa fioletowa



Na ekranie powstają współśrodkowe barwne okręgi o barwie zaznaczonej na rysunku.

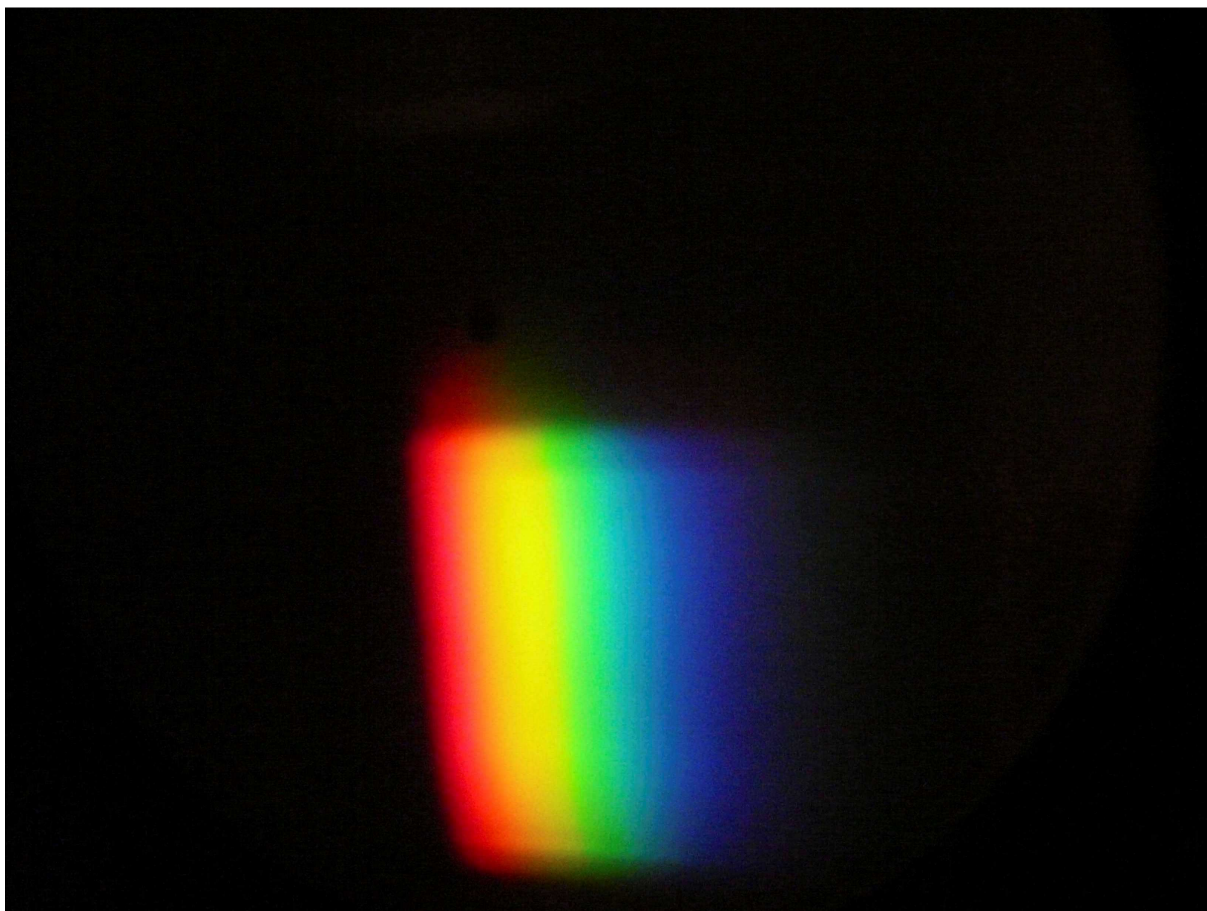
Obserwator widzi tęczę w laboratorium.

Mechanizmy rządzące zjawiskiem tęczy starał się również wyjaśnić Izaak Newton. Na podstawie swoich doświadczeń z dziedziny optyki (rozszczipienie światła w pryzmatach szklanych), dowiódł, że światło białe jest mieszaniną różnych barw od czerwonej do niebieskiej. Promienie różnych barw załamują się inaczej na granicy dwóch ośrodków (mają różne współczynniki załamania).



Doświadczenie 11: Widmo światła białego.

Przyrządy: pryzmat jak na rysunku powyżej, źródło światła – grafoskop, rzutnik, Słońce



Tak wygląda w zaciemnionej sali uzyskane w tym doświadczeniu widmo światła białego. Światło białe uległo rozszczepieniu.

Newton wyjaśnił zjawisko powstawania światła białego. Zmieszanie wiązki światła o różnych barwach prowadzi do otrzymania światła białego. Sformułowanie teorii powstawania tęczy w atmosferze było jednym z istotnych zastosowań odkrycia Newtona.

Tęcza pojawia się na tle chmur deszczowych, gdy na przeciwnej stronie nieba świeci Słońce. Równoległe promienie światła biegnące od Słońca, padające na krople wody i przechodzące przez nie załamują się. Następnie zachodzi wewnętrzne odbicie i jeszcze jedno załamanie się promieni na granicy kropla – powietrze.

W wyniku opisanych zjawisk promienie różnych barw, przy wyjściu z kropli układają się w wachlarz. Obserwator, który stoi na ziemi plecami do Słońca widzi barwy w różnych miejscach nieba.

W tęczy pierwotnej, znacznie wyraźniejszej, po zewnętrznej stronie łuku, czerwień, po wewnętrznej fiolet.

Nad tęczą pierwotną pojawia się, znacznie od niej słabsza, tęcza wtórna, której łuk ma barwy odwrócone; po zewnętrznej stronie fiolet, po wewnętrznej czerwień.

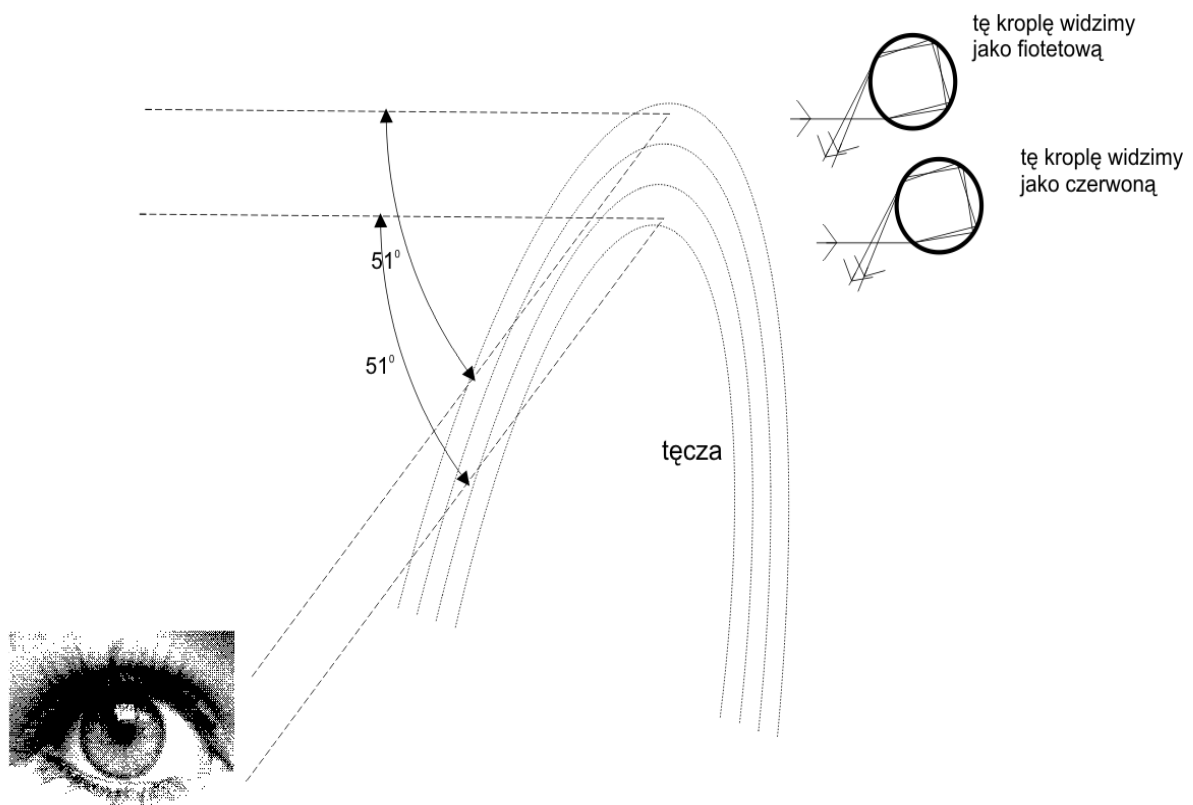
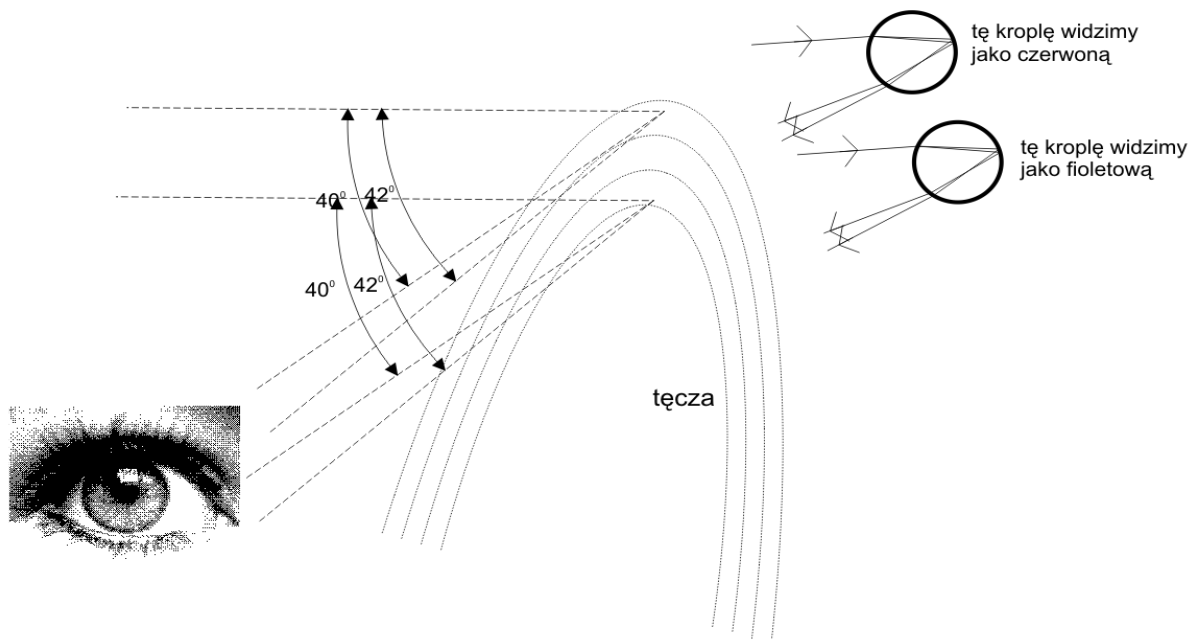
Na uwagę zasługuje to, iż ze wszystkich barwnych promieni wychodzących z jednej kropli do oka obserwatora dochodzą promienie tylko jednej barwy – np. fioletowe. Można to wyjaśnić pamiętając, że promienie wychodzą z kropli pod innym kątem i mijają oko obserwatora. Równocześnie z kropli inaczej położonej, do oka obserwatora trafiają promienie innej barwy np. czerwonej.

Wychodzą one z kropli pod innym kątem i mogą trafić do oka obserwatora.

Światło, dźwięk, powietrze, próżnia



Poniżej ilustracja takiej sytuacji.

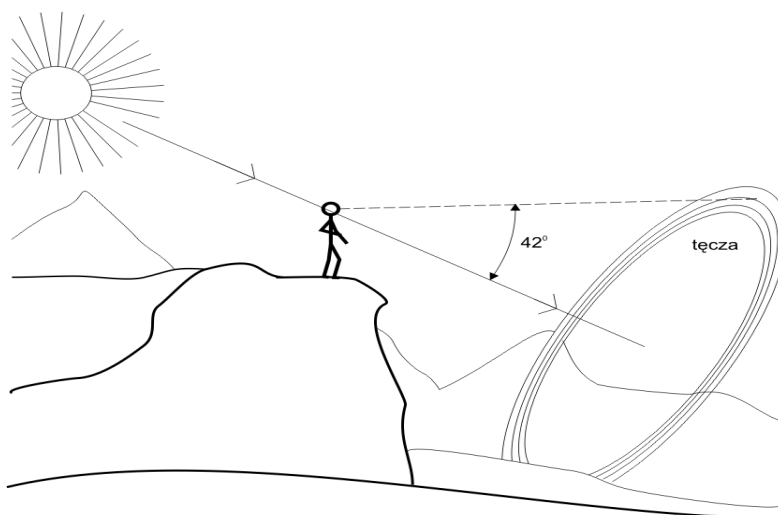


Tęcza w przyrodzie w szczególnych warunkach.

Najbardziej malowniczą tęczę można zobaczyć w górach, znajdując się ponad chmurą i patrząc na chmurę jak na rysunku. Słońce znajduje się za plecami a na chmurze widoczny jest cień obserwatora. Widoczny jest wtedy cały łuk, którego środek pokrywa się z cieniem głowy obserwatora. Promień katowy tęczy wynosi około 45° .

Na zewnątrz, a więc pod największym kątem do promieni słonecznych, obserwowana jest barwa słoneczna.

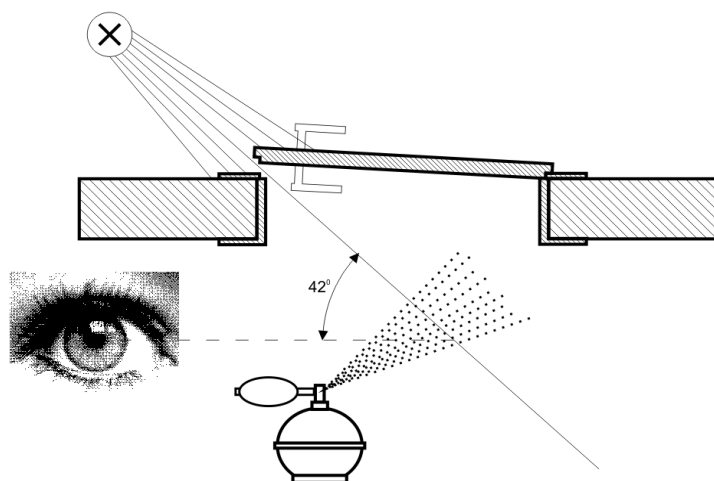
Podobnej obserwacji można dokonać z samolotu, balonu.



Doświadczenie 12 :

Tęcza w pracowni lub w domu.

Przyrządy: silne źródło światła, aerozol z wodą szczelina w otwartych drzwiach



Wniosek:

Tęcza widoczna jest na nieoświetlonej części pokoju. Przy słabym źródle światła może być widoczny tylko jasny łuk, bez kolorów.

Tęcza w parku



Tęcza w opisie plastycznym



3. Tęcza w opisie literackim

Zjawisko tęczy pojawia się wielokrotnie w opisach mitologicznych i biblijnych. W mitologii greckiej tęcza była utożsamiana z drogą, jaką pokonywała posłanka Iris pomiędzy Ziemią i Niebem. W innych kulturach tęcza opisywana jest, jako szczelina w niebie zamknięta za pomocą kamieni i pięciu (lub siedmiu) kolorów przez boginię Nüwa (mitologia chińska), lub jako łuk Indry, boga błyskawic i grzmotów (mitologia hinduska). W Biblii tęcza jest symbolem przymierza pomiędzy Bogiem i człowiekiem, jest obietnicą złożoną przez Boga dla Noe, że Ziemi nie nawiedzi już więcej wielka powódź

„Po czym Bóg dodał <A to jest znak przymierza, które ja zawieram z wami i każdą istotą żywą, jaka jest z wami, na wieczne czasy: Łuk mój kładę na obłoki, aby był znakiem przymierza między mną, a ziemią. A gdy rozciągnę obłoki nad ziemią i gdy ukaże się ten łuk na obłokach, wtedy na moje przymierze, które zawarłem z wami i wszelką istotą żywą, z każdym człowiekiem; i nie będzie już nigdy wód potopu na zniszczenie żadnego istnienia. Gdy zatem będzie ten łuk na obłokach, spojrzę na niego i wspomnę na przymierze wieczne między Mną a wszelkim ciałem, które jest na ziemi>.” (Stary Testament, Rdz 9/13).

Motyw tęczy jest tematem przewodnim wielu utworów literackich. Bolesław Leśmian w swoim wierszu opisuje tęczę w następujących słowach:

Tęcza

*Słysząc go było, jak po młodym życie
Biegł coraz śpieszniej – ciepły deszcz majowy,
Zbryzgany słońcem, co przez obłok płowy
Wzdłuż mu kropliste rozwidniało nicie.*

*Pyląc, uderzył w piach drogi spróchniały,
Poszperał w krzaku, co lśniąc się kołysze,
Strącił liść z wierzby, przyciemnił głaz biały
I ustał, w nagłą zastuchany ciszę.*

*Teraz mu patrzeć, jak wierzchem obłoku
Tęcza, bezmiary objąwszy, rozkwita,
Poprzerywana i niecałkowita,
Jakby się śniła zmrużonemu oku.*

*Aż luźne znikąd jednocząc migoty,
Nagłą zawisa ponad światem bramą,
By ci przypomnieć, że zawsze tak samo
Trwasz w każdym miejscu u wniścia tęsknoty.*

*By ci przypomnieć, żeś z duszą, snem zżartą,
Wpatrzony w bezmiar, wsłuchany w swe
dreszcze,
Wszedł do tych światów przez bramę rozwartą,
Co się za tobą nie zamknęła jeszcze.*

Tęczę opisywał w swoim utworze także Antoni Kucharczyk:

*Po długiej niepogodzie zajaśniało słońce,
Na niebie zachmurzonym, na kształt pół-obręczy
Zajaśniał łuk świetlany siedmiobarwnej tęczy,
Piją zbyteczne wody obydwaj jej końce.
[...]*

Opis tęczy znaleźć można również w poemacie Pan Tadeusz:

*Widać tęczę, źrenicę – już promień wytrysnął,
Po okrągłych niebiosach wygięty przebłysnął
I w białej chmurce jako złoty grot zawisnął.
Na ten strzał, na dnia hasło, pęk ogniów
wylata,
Tysiąc rac krzyżuje się po okręgu świata,
A oko słońca weszło. – Jeszcze nieco senne,
Przymruża się, drżąc wstrząsa swe rzęsy
promienne,*

*Siedmiu barw błyszczą razem: szafirowe razem,
Razem krwawi się w rubin i żółknie topazem,
Aż rozłśniło się jako kryształ przezroczyste,
Potem jak brylant światło, na koniec ogniste,
Jak księżyc wielkie, jak gwiazda migające:
Tak po niezmiernym niebie szło samotne słońce.*

Analizę tego fragmentu pozostawiam czytelnikom.

W jaki sposób w tym opisie zostały spełnione warunki powstawania tęczy?

Opis ten jest zgodny z aktualną wiedzą na temat zjawiska tęczy. Poprawność merytoryczna sugeruje, że Adam Mickiewicz znał fizykę. W biografii Adama Mickiewicza można znaleźć informację, że studiował jeden rok nauki matematyczno-przyrodnicze na Uniwersytecie w Wilnie.

Fascynacja pracami Izaaka Newtona przypada na okres, w którym żył Adam Mickiewicz.

II.4 Podglądanie przyrody: część 4

1. Jak zmienia się wygląd Słońca w ciągu dnia ?

Słońce zmienia swój wygląd, zwiększ swoje rozmiary i kolory.

Wschód Słońca



Słońce w zenicie



Słońce – za każdym razem wydaje się inne. Raz ma barwę jasno-żółtą w zenicie, pomarańczowa lub czerwoną na wschodzie i zachodzie. Jest źródłem światła i energii, to od niego bije jasny, ciepły blask.

2. Wschód Słońca w opisie literackim i plastycznym

W Słońcu kryje się wiele tajemnic, nic więc dziwnego, że poeci, prozaicy tak często opisują go w swoich utworach. W literaturze Słońce symbolizuje wiele różnych zachowań, uczuć czy emocji. Niemal zawsze znaczenia te są optymistyczne.

Adam Mickiewicz opisuje Słońce w Panu Tadeuszu. Motyw Słońca pojawia się w utworze wielokrotnie i zdaje się być jednym z najważniejszych zjawisk na niebie.

W piękny sposób przedstawiony został wschód Słońca, który rozpoczyna kolejny dzień i budzi istoty do życia, dodaje im energii i daje nadzieję.

Nad Soplicowem Słońce weszło i już padło

Na strzechy i przez szpary w stodole się wkradło;

I po ciemnozielonym, świeżym, wonnym sianie,

Z którego młodzież sobie zrobiła postanie,

Rozpływały się złote, migające pręgi

Z otworu czarnej strzechy, jak z warkocz wstęgi;

I słońce usta sennych promykami poranka

Drażni, jak dziewczę kłosem budzące kochanka.

I dalej

Już ostatnie perły gwiazd zamierzchły i na dnie

Niebios zgasty, i niebo środkiem czoła blednie,

Prawą skronią złożone na wezglówiu cieni

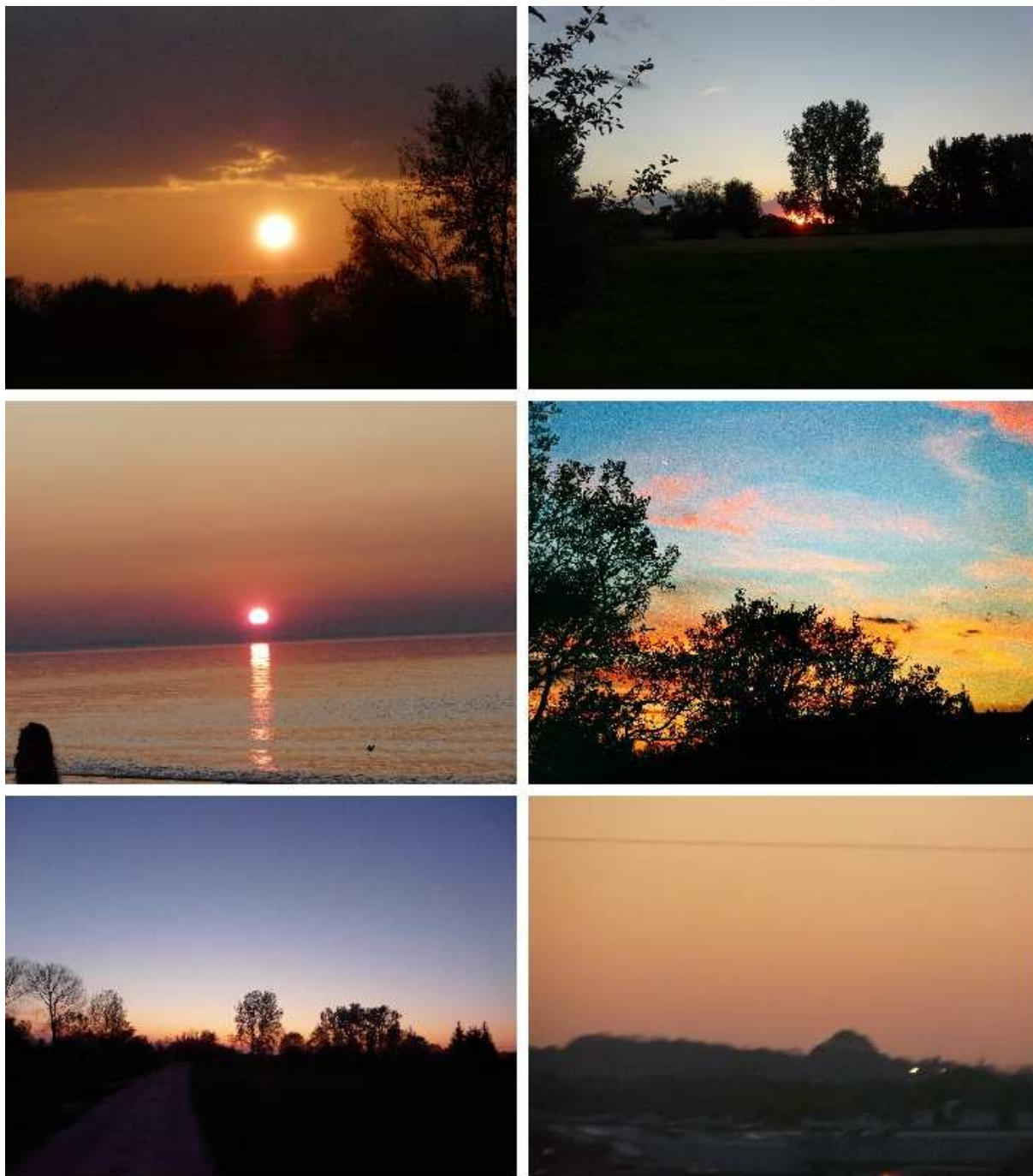
Jeszcze smagławe, lewą coraz się rumieni,

A dalej okrag jakby powieka szeroka

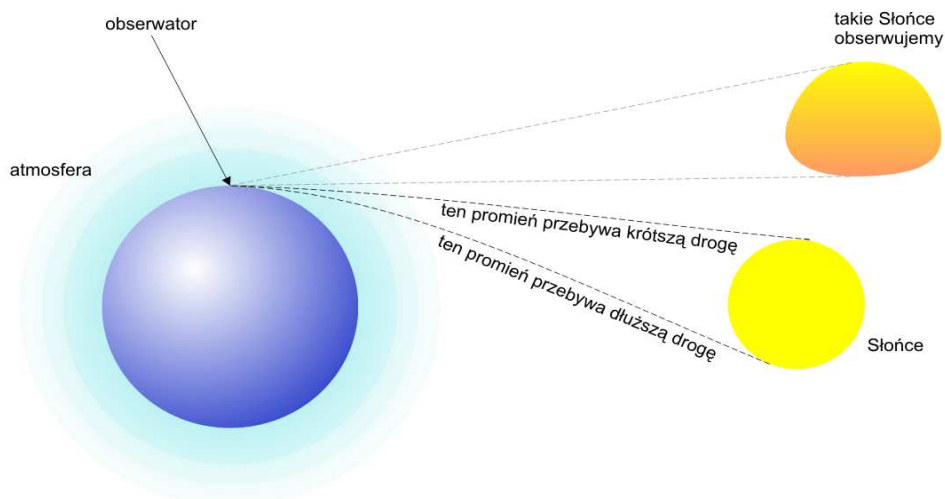
Rozsuwa się i w środku widać białek oka

II.5. Podglądanie przyrody część 5:

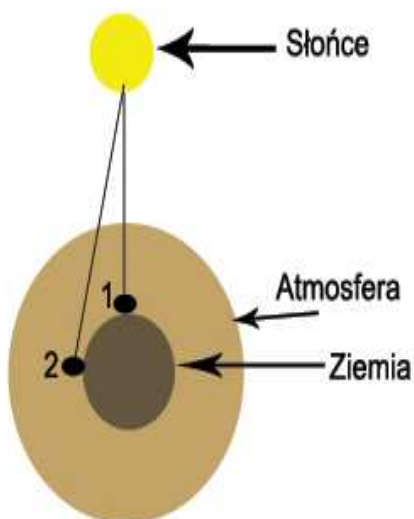
1. Zachód Słońca



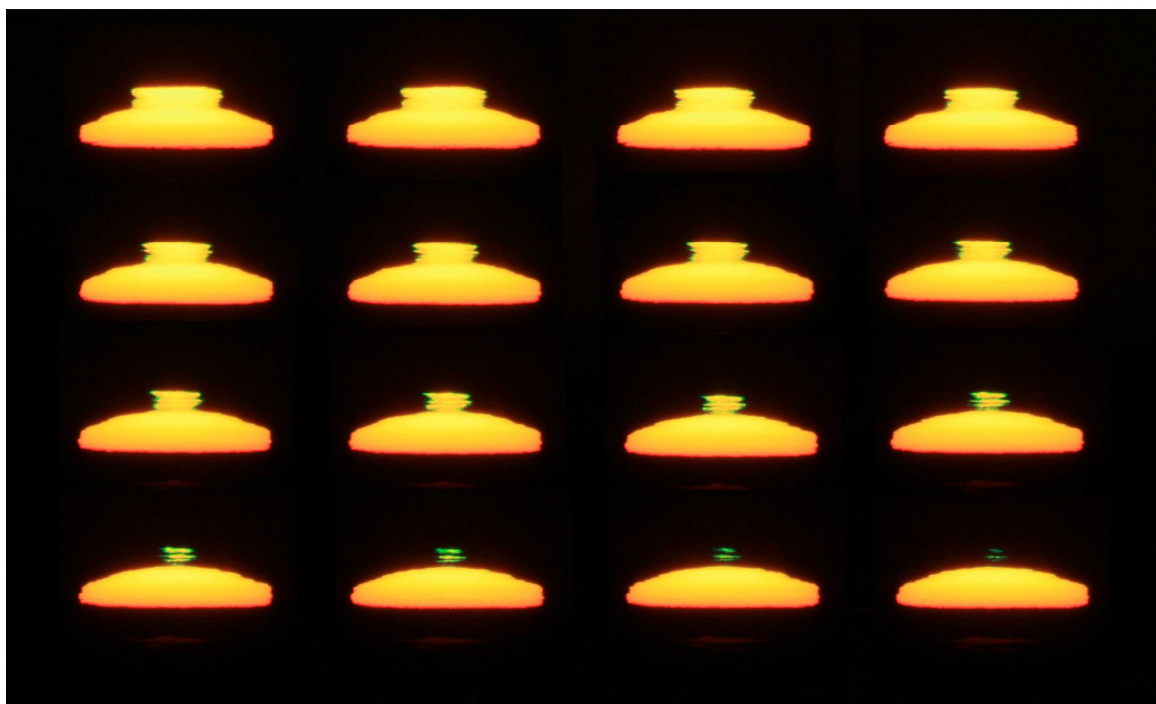
Niezwykłość zachodu Słońca polega na barwie, jaką przybiera niebo, tarcza Słońca i wielkości tarczy słonecznej. Wydaje się dziwne to, że Słońce nagle zmienia swoje rozmiary i kolory.



Kiedy Słońce oświetla powierzchnię Ziemi pod dużym kątem, jego promienie muszą przedostać się przez grubszą warstwę powietrza. Światło ulega załamaniu, rozszczepieniu i częściowo rozproszeniu – głównie fale elektromagnetyczne o barwie niebieskiej. Najdłuższe fale światła słonecznego, czyli czerwony fragment widma, zostaje nienaruszony i jako jedyny oświetla powierzchnię Ziemi. Dominują barwy od pomarańczowej do czerwieni.

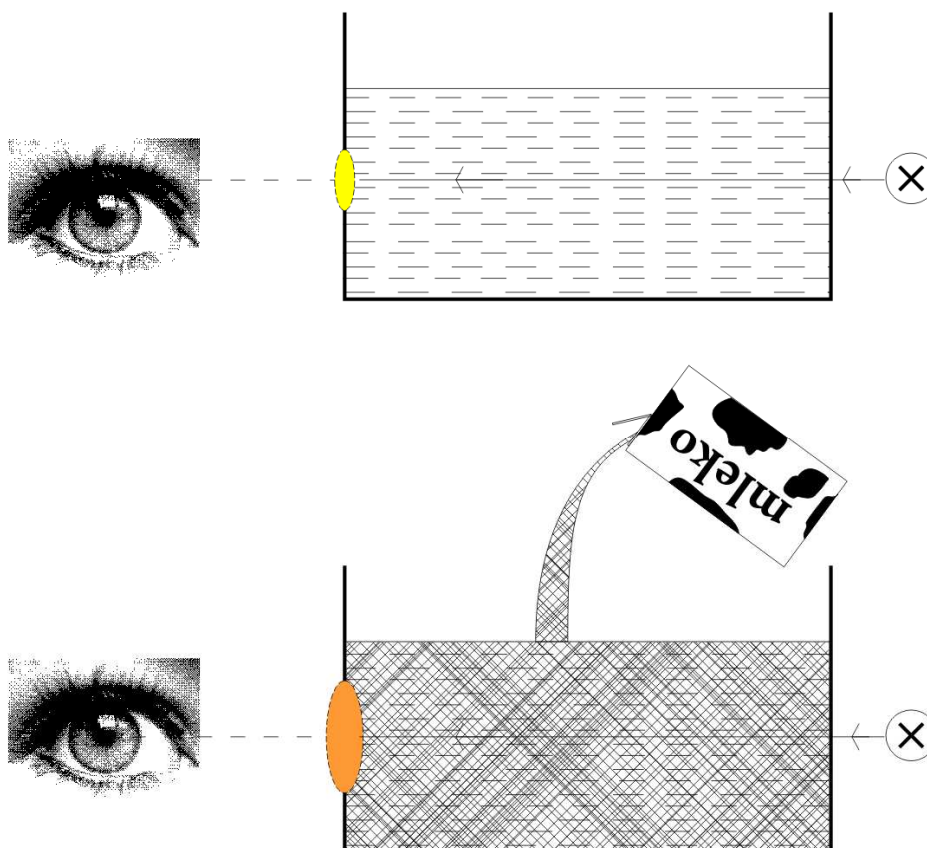


Nad morzem, gdzie dobrze widać horyzont, podczas zachodu Słońca można zobaczyć bardzo nietypowe zjawisko: zielony promień. Pojawia się on, kiedy Słońce jest już prawie całkowicie schowane za linią horyzontu. Tuż nad tarczą słoneczną widać wtedy zielony obszar – to właśnie jest zielony promień. To zjawisko spowodowane jest zakrzywianiem promieni słonecznych odpowiadających tej barwie przy najniższym położeniu Słońca.



Doświadczenie 14: Obserwacja zachodzącego Słońca.

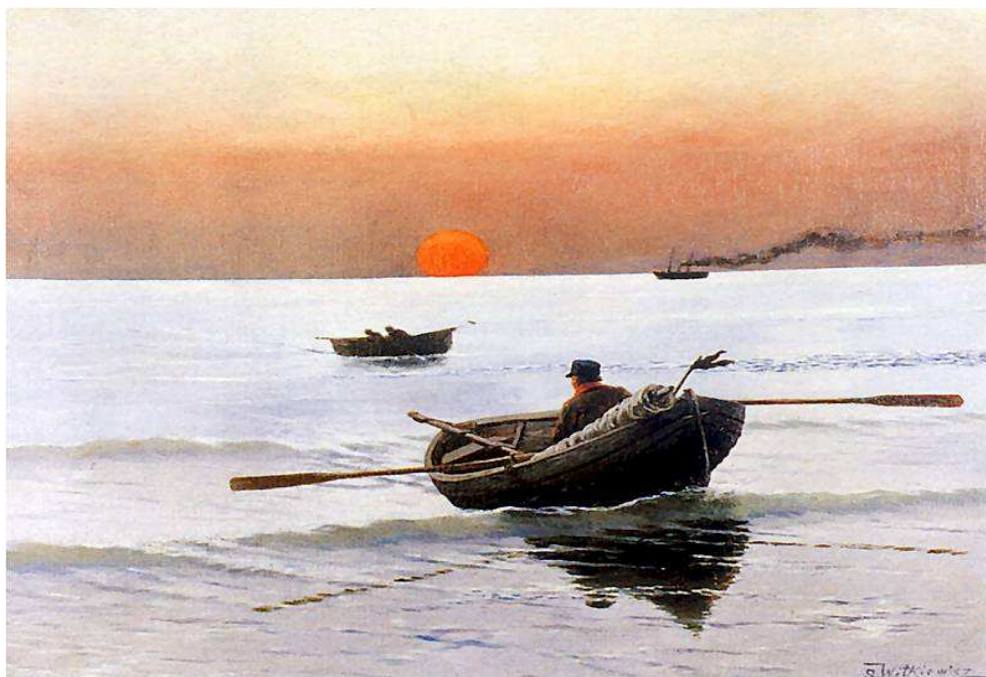
Przyrządy: akwarium lub podobne naczynie z przezroczystymi ścianami, silne źródło światła, mleko



Wniosek:

W tym doświadczeniu czynnikiem, który wpływał na zmianę barwy i rozmiarów „tarczy Słońca” były zanieczyszczenia, zmiana składu atmosfery ziemskiej.

2. Zachód Słońca pędzlem opisany



3. Zachód Słońca w opisie literackim

Maria Pawlikowska – Jasnorzewska w swoim wierszu „Zachód Słońca” opisuje jego kolory w następujących słowach:

Kto pogubił te pióra różowe na niebie?

Aniołowie kochania, kochania, kochania.

Popłynęli daleko – nie do mnie i ciebie,

Lecz tam, gdzie szyby płoną snem oczekiwania

.....

.....

Jedno pióro wionęło nad tym naszym domem,

Gdzie w oknie brak złotego, złotego płomienia,

I zawisło nad nami różowym ogromem,

I zawisło nad nami żałością wspomnienia...

Światło, dźwięk, powietrze, próżnia



Jako główny motyw wiersza wykorzystał Słońce również Czesław Miłosz:

„Słońce”

Barwy ze słońca są. A ono nie ma

Żadnej barwy, bo ma wszystkie.

I cała Ziemia jest niby poemat,

A Słońce nad nią przedstawia artystę.

Kto chce malować świat w barwnej postaci,

Niechaj nie patrzy nigdy prosto w słońce.

Bo pamięć rzeczy, które widział, straci,

Łzy tylko w oczach zostaną piekące.

Niechaj przyklęknie, twarz ku trawie schyli

I patrzy w promień od ziemi odbity.

Tam znajdzie wszystko, cośmy porzucili:

Gwiazdy i róże, i zmierzchy, i świty

O kolorycie Słońca Baudelaire Charles Pierre w swoim wierszu „Romantyczny Zachód Słońca” pisze w następujących słowach:

Jakże piękne jest słońce, gdy się rozplómienia

Rzucając nam dzień dobry! Jak wybuch z ciemności

- Szczęśliwy ten, kto może pozdrowić w miłości

Swój zachód promienniejszy nawet od marzenia!

Motyw Słońca odnajdujemy również w najważniejszych utworach literatury polskiej.

W wierszu „Smutno mi Boże” Juliusz Słowacki przyrównuje Słońce do „gwiazdy ognistej”:

Smutno mi, Boże! – Dla mnie na zachodzie

Rozlałeś tęczę blasków promienistą;

Przede mną gasisz w lazurowej wodzie

Gwiazdę ognistą...

Choć mi tak niebo ty złocisz i morze,

Smutno mi, Boże!

W utworze Adama Mickiewicza „Pan Tadeusz” motyw Słońca przewija się wielokrotnie:

Słońce już gasło, wieczór był ciepły i cichy,

Okrąg niebios gdzieniegdzie chmurkami zastany,

.....

Na zachód obłok na kształt rąbkowych firanek,

Przejrzysty, sfałdowany, po wierzchu perłowy,

Po brzegach pozłacany, w głębi purpurowy,

Jeszcze blaskiem zachodu tlił się i rozżarzał,

Aż powoli pozółkniał, zbladnął i poszarzał:

Słońce spuściło głowę, obłok zasunęło

I raz ciepłym powiewem westchnąwszy usnęło.

A następnie:

*Słońce ostatnich kresów nieba dochodziło,
Mniej silnie, ale szerzej niż we dnie świeciło,
Całe zaczerwienione, jak zdrowe oblicze
Gospodarza, gdy prace skończywszy rolnicze,
Na spoczynek powraca. Już krąg promienisty
Spuszcza się na wierzch boru i już pomrok mglisty,
Napętniając wierzchołki i gałęzie drzewa,
Cały las wiąże w jedno i jakoby zlewa.
I bór czernił się na kształt ogromnego gmachu,
Słońce nad nim czerwone jak pożar na dachu;
Wtem zapadło do głębi ; jeszcze przez konary
Błysnęło, jak świeca przez Kinic szpary,*

I zgasło.

Literatura:

1. *Fizyka dla szkół ponadgimnazjalnych, Kurs podstawowy, Część 2*, pod redakcją Jadwigi Salach, Wydawnictwo ZamKor, Kraków 2004.
2. *Foton, Pismo dla nauczycieli fizyki i ich uczniów*, nr 59, 1998 r.
3. Gustaw Gębura, Romuald Subieta, *Metodyka eksperymentu fizycznego w szkołach podstawowych*, PWN, Warszawa 1975.
4. Jan Grzybowski, *Antologia poezji polskiej*, Videograf II, Chorzów 2007.
5. Bolesław Leśmian, *Poezje*, Wydawnictwo Lubelskie, Lublin 1989.
6. Tadeusz Meissner, *Dookoła świata na „Darze Pomorza”*.
7. Adam Mickiewicz, *Pan Tadeusz*, Wydawnictwo Książka i Wiedza, Warszawa 1986.
8. Adam Mickiewicz, *Żegluga*, [w:] Adam Mickiewicz, „Dzieła poetyckie”, tom 1 „Wiersze”, opr. Czesław Zgorzelski, Warszawa 1983.
9. Maria Pawlikowska-Jasnorzewska, *Morze i niebo*, [w:] „Poeci i morze”, Wydawnictwo Morskie, Gdańsk 1969.
10. *Pismo Święte Starego i Nowego Testamentu, Biblia Tysiąclecia*, Wydawnictwo Pallottinum, 2003.
11. Zbigniew Płochocki, *Co to jest światło?*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 1987.

12. Beatrycze Pytel, Magdalena Sroczyńska-Kożuchowska, Krzysztof Zdzisław Zieliński, *Encyklopedia Nauki*, Mozaika 2005.
13. Maria Rozenbajgier, Ryszard Roizenbajgier, *Fizyka dla gimnazjum, Część 2*, Wydawnictwo ZamKor, Kraków 2002.
14. Jerzy Bohdan Rychliński, *Pieśń czerwonej łąki*, [w:] „Poeci i morze”, Wydawnictwo Morskie, Gdańsk 1969.
15. Shira, *Łzy anioła*, [w:] <http://www.fantasy.dmghost.net/poezja/index.php?kat=shira&nr=13675>.
16. Julian Tuwim, *Wiersze zebrane*, Zakład Narodowy im. Ossolińskich-Wydawnictwo, Wrocław 1986.
17. Joanna Uscka-Kowalkowska, *Bezpośrednie promieniowanie słoneczne i jego ekstynkcja w atmosferze na przykładzie Puław i Papowa Toruńskiego*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2008.
18. Kazimierz Wierzyński, *Pieśń marynarzy*, [w:] „Poeci i morze”, Wydawnictwo Morskie, Gdańsk 1969.
19. Jarosław Włodarczyk, *Wędrowki niebieskie, czyli Wszechświat nie tylko dla poetów*, Wydawnictwo Prószyński i S-ka, Warszawa 2008.

Rysunki:

1. <http://pl.wikipedia.org/wiki/P%C5%82ywy>.
2. http://pl.wikipedia.org/wiki/Plik:Rainbow_formation.png.
3. <http://static1.money.pl/i/galeria/157/3/1181.jpg>.
4. Stanisław Witkiewicz, *Morze z łódeczką*.
5. Fotografie z zasobów autora, wykonane w Krakowie, Małopolsce i nad Bałtykiem.