



KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



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 – instrukcje dla uczniów**

dr Janusz Krywult

*Instytut Fizyki,  
Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy  
Jana Kochanowskiego w Kielcach,  
ul. Świętokrzyska 15, 25-406 Kielce*

**Wersja UJK/1.0**

Niniejszy tekst dotyczy realizacji pakietu na UJK. Materiał będzie aktualizowany w miarę poszerzania bazy aparaturowej pracowni uczelnianych.



*- 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

## Potencjalne zagrożenia, zasady BHP

Przy wykonywaniu wielu ćwiczeń konieczne jest zachowanie szczególnej ostrożności i przestrzeganie zasad bezpieczeństwa. Przy posługiwaniu się źródłami zasilania sieciowego, łatwopalnymi materiałami (np. denaturat lub nafta), grzałkami, gorącymi cieczami występuje zagrożenie dla zdrowia, a nawet życia. Przy wykonywaniu ćwiczeń w pracowniach należy przestrzegać obowiązującego w nich regulaminu BHP. Wykonywanie niektórych doświadczeń w domu jest możliwe, ale tylko po konsultacji z nauczycielem i pod nadzorem osoby dorosłej.

W związku z powyższym zaleca się przestrzeganie następujących zasad:

- 1) Nie wolno włączać zasilania sieciowego ani uruchamiać przyrządów doświadczalnych bez zgody prowadzącego zajęcia.
- 2) Elementy zestawów ćwiczeniowych należy łączyć zgodnie ze schematami podanymi w instrukcjach, szczególną uwagę zwracając na poprawność połączeń obwodów elektrycznych.
- 3) Wszystkie przyrządy i urządzenia należy stosować zgodnie z ich przeznaczeniem i zasadami ich stosowania (podanymi w instrukcjach obsługi). W razie potrzeby stosować rękawice, odzież ochronną lub inne niezbędne środki ochrony osobistej.
- 4) Należy zachować szczególną ostrożność podczas pracy z:
  - a) zasilaczami i urządzeniami zasilanymi napięciem 230V,
  - b) zastosowanym akumulatorem jako źródło napięcia,
  - c) grzejnikami i ciałami podgrzаныmi do wysokiej temperatury,
  - d) odczynnikami chemicznymi, roztworami wodnymi  $\text{CuSO}_4$  i cieczami łatwopalnymi
  - e) ostrymi narzędziami lub przedmiotami, opiłkami żelaza - w miarę potrzeby stosować rękawice ochronne,
  - f) przedmiotami ciężkimi, kruchymi albo łatwo tłukącymi się.
- 5) Doświadczenia należy wykonywać w pomieszczeniach, w których jest zapewniona właściwa wentylacja.
- 6) O powstałych w czasie wykonywania ćwiczeń wątpliwościach należy informować prowadzącego zajęcia.



Taka ikonka znajduje się przy ćwiczeniach wymagających zachowania ostrożności.





KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



## Dźwięk i powietrze

### Cel ćwiczenia:

Sprawdzenie rozchodzenia się dźwięku w ośrodku gazowym o różnej gęstości.

### Wymagana wiedza ucznia:

Pojęcie fali dźwiękowej, źródła dźwięku, rozchodzenie się dźwięku.

### Lista niezbędnych przedmiotów i materiałów:

Pompa próżniowa z kloszem, brzęczyk, bateria elektryczna.

### Wprowadzenie:

Dlaczego słyszymy? Mamy uszy to, po pierwsze. Po drugie, gdzieś jest źródło dźwięku, jakiś drgający obiekt. Tylko czy to wystarczy? W doświadczeniu sprawdzimy jaką rolę w procesie słyszenia odgrywa powietrze.

### Przebieg ćwiczenia:

- Pod kloszem pompy próżniowej umieścić brzęczyk z podłączoną baterią.
- Uruchomić pompę próżniową. Zwrócić uwagę czy w miarę spadku ciśnienia powietrza pod kloszem zmienia się odbierane przez Ciebie natężenie dźwięku brzęczyka.
- Wpuścić powietrze pod klosz pompy i obserwować czy są zmiany w brzmieniu brzęczyka.



Rys. 1. Pompa próżniowa z kloszem

### **Dyskusja zasad fizycznych demonstrowanych w ćwiczeniu:**

Zauważyłeś, że gdy pod kloszem jest powietrze to wyraźnie słyszysz dźwięk brzęczyka. W miarę jak spada ciśnienie powietrza brzęczyk jest słyszany coraz słabiej. Wynika z tego, że powietrze uczestniczy w przekazywaniu dźwięku. Jest to nierozdzielnie związane z samą naturą dźwięku. Gdyż jest ono przemieszczającym się przez dowolny ośrodek materialny zaburzeniem, następujących po sobie zagęszczeniach i rozrzedzeniach, w naszym przypadku powietrza.



KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



## Doświadczenie Younga, wersja akustyczna

### Cel ćwiczenia:

Badanie fali akustycznej i zjawiska interferencji.

### Wymagana wiedza ucznia:

Fala akustyczna, amplituda, częstotliwość, długość fali, spójność fal, interferencja fal.

### Lista niezbędnych przedmiotów i materiałów:

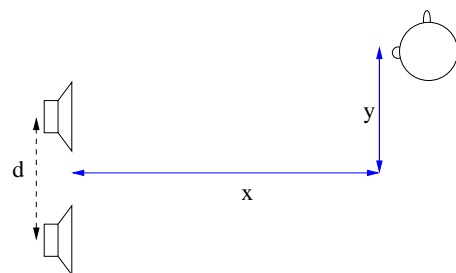
Dwa głośniki, generator dźwięku, linijka, metr.

### Wprowadzenie:

Dźwięk jest falą i jak każda fala może interferować. W optyce decydujące znaczenie w określeniu natury światła miało doświadczenie Younga. Teraz wykonamy jego akustyczną wersję. Śladami XIX-to wiecznych fizyków odbiornikiem fali dźwiękowej będzie Twoje ucho.

### Przebieg ćwiczenia:

- Podłącz głośniki do generatora dźwięku.
- Umieść je na skraju stołu. Tak by były oddalone od siebie o  $d = 0,5$  m.
- Uruchom generator dźwięku i ustaw go na częstotliwość  $f = 4000$  Hz.
- Oddal się od linii głośników na odległość  $x = 1$  m i skieruj jedno ucho w kierunku głośników, drugie możesz zatkać palcem.
- Powoli przemieszczaj się, równoległe do linii ustawienia głośników. Zwracaj uwagę na natężenie odbieranego dźwięku.
- Druga osoba będzie notować w Tabeli położenia Twojego ucha w chwili, gdy słyszysz dźwięk o maksymalnym natężeniu.



Rys. 1. Schemat doświadczenia



Urządzenie zasilane napięciem 230V

Mając zapisane w Tabeli wyniki wylicz częstotliwość dźwięku i porównaj ją z wartością jaką ustawiłeś w generatorze.

| Nr | $y$ [m] | Rząd $m$ | Długość fali $\lambda = \frac{y}{m \cdot x} \cdot d$ [m] | Częstotliwość $f = c/\lambda$ [Hz] |
|----|---------|----------|----------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 1. |         | 2        |                                                          |                                    |
| 2. |         | 1        |                                                          |                                    |
| 3. |         | 0        |                                                          |                                    |
| 4. |         | 1        |                                                          |                                    |
| 5. |         | 2        |                                                          |                                    |

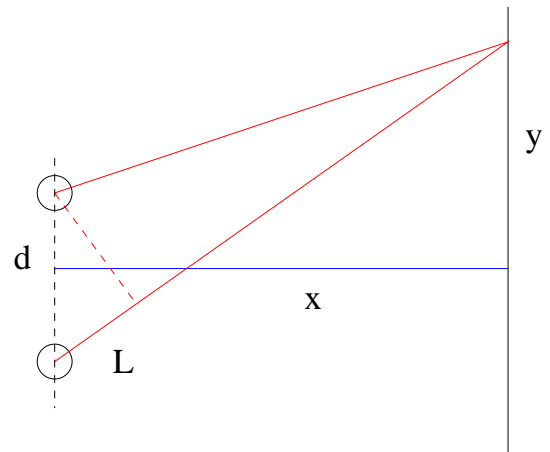
### Dyskusja zasad fizycznych demonstrowanych w ćwiczeniu:

W naszym doświadczeniu głośniki były źródłem dwóch fal o takich samych fazach i częstotliwościach. Przesuwając ucho słyszałeś, że natężenie dźwięku się zmienia. Jest to spowodowane interferencją fali akustycznej pochodzącej z dwóch różnych źródeł.

W pewnych położeniach  $y$  nakładające się fale mają takie same fazy i następuje wyraźnie słyszane wzmocnienie dźwięku. W innych położeniach fazy są przeciwne i dźwięk jest cichszy.

Pierwsze maksimum natężenia dźwięku występuje wtedy, gdy odległość  $L$  jest równa długości fali  $\lambda$ . Następne, gdy jest od niej dwa razy dłuższa, i tak dalej.

W związku z tym miejsca, w których słyszałeś głośne dźwięki są położone w odległości  $y$  od linii przechodzącej pomiędzy głośnikami



Rys. 2. Geometria doświadczenia Younga

$$y_m = m \cdot \lambda \frac{x}{d}$$

gdzie  $m = 0, 1, 2, 3, \dots$  opisuje miejsca kolejnych maksimów interferencji.



KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



## Jak bzyka bzyczek?

### Cel ćwiczenia:

Analiza częstotliwości emitowanych przez różne źródła dźwięku.

### Wymagana wiedza ucznia:

Fala akustyczna, źródła dźwięku, częstotliwość, amplituda fali dźwiękowej.

### Lista niezbędnych przedmiotów i materiałów:

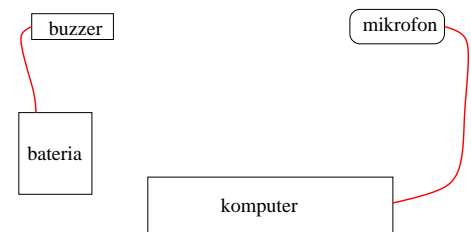
Komputer, mikrofon, program analizatora dźwięku, brzęczyk.

### Wprowadzenie:

Otoczają nas różne źródła dźwięku. Inaczej brzmią skrzypce i ryk łosia. W doświadczeniu postaramy się sprawdzić co odpowiada za tę słyszana przez nas różnorodność.

### Przebieg ćwiczenia:

- Podłącz mikrofon do komputera i uruchom program analizatora dźwięku. Jeżeli korzystasz z programu SpecAn\_2v8.exe to w opcji *Vertical scale* wybierz *square-root compressed*.
- Podłącz buzzer do baterii i zbliż go do mikrofonu.
- Obserwuj przebieg sygnału akustycznego na ekranie analizatora.
- Zapisz w Tabeli częstotliwości o maksymalnym natężeniu sygnału dźwiękowego.
- Powtórz pomiary z innymi źródłami dźwięku.



Rys. 1. Schemat połączenia

| Nr | Źródło dźwięku | Dominujące częstotliwości, $f$ [Hz] |
|----|----------------|-------------------------------------|
| 1. |                |                                     |
| 2. |                |                                     |
| 3. |                |                                     |



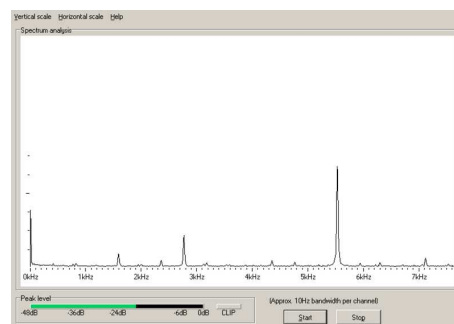
Urządzenie zasilane napięciem 230V



## Dyskusja zasad fizycznych demonstrowanych w ćwiczeniu:

Prawdopodobnie na ekranie zobaczyłeś kilka wysokich pików. Ich położenia na poziomej osi pokazują częstotliwości. Wysokość piku natomiast informuje o natężeniu fali o danej częstotliwości. W ten sposób można poddać analizie dowolny sygnał dźwiękowy: muzykę, mowę, szum morza.

W przypadku mojego bzyzka otrzymałem trzy ostre i wysokie piki odpowiadające częstotliwością 1,6 kHz, 2,8 kHz oraz 5,6 kHz. Oraz trochę szumu i jakiś sygnał poniżej 100 Hz. Pochodzi on od zakłóceń. Na pewno jego źródłem nie jest buzzer. Przy swoich rozmiarach nie jest w stanie wygenerować nic silnego w tym zakresie częstotliwości. Takie są prawa fizyki.



**Rys. 2.** Widmo mojego bzyzka



KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



## Ciśnienie dźwięku

### Cel ćwiczenia:

Obserwacja oddziaływania fali akustycznej na przemioty.

### Wymagana wiedza ucznia:

Fala akustyczna, amplituda, częstotliwość fali dźwiękowej, zjawisko rezonansu.

### Lista niezbędnych przedmiotów i materiałów:

Głośnik, generator dźwięku, rura z tarczą Rayleigha.

### Wprowadzenie:

Fala akustyczna jest rozchodzącym się w powietrzu zaburzeniem o następujących po sobie rozrzedzeniach i zagęszczeniach. Jeżeli napotyka ją na swej drodze przeszkodę to mogą wprowadzić ją w drgania. Dzięki temu np. słyszymy. Teraz postaramy się zobaczyć jak dźwięk może wpłynąć na niewielką tarczę. Po raz pierwszy wprowadził ją do badań lord Rayleigh.

### Przebieg ćwiczenia:

- Ustaw głośnik u wylotu rury z tarczą Rayleigha.
- Podłącz głośnik do generatora dźwięku.
- Powoli przestrajał generator.
- Uważnie obserwuj zachowanie się tarczy.
- Sprawdź przy jakich częstotliwościach tarcza ustawia się prostopadle do osi rury. Zanotuj je w Tabeli.
- Zbadaj czy ruch tarczy zależy od natężenia dźwięku.



Rys. 1. Schemat połączenia

| Nr | Częstotliwość $f$ [Hz] | Długość fali $\lambda = c/f$ [m] |
|----|------------------------|----------------------------------|
| 1. |                        |                                  |
| 2. |                        |                                  |
| 3. |                        |                                  |



Urządzenie zasilane napięciem 230V

## **Dyskusja zasad fizycznych demonstrowanych w ćwiczeniu:**

Jak zauważyłeś przy pewnych częstotliwościach fali dźwiękowej krążek się obraca. Pytanie dlaczego?

Otóż fala dźwięku związana jest z ruchem cząsteczek powietrza. Przesuwają się one z określoną częstotliwością raz w jedną a raz w drugą stronę. Ten ruch powietrza powoduje powstanie dwóch sił działających na tarczę. Starają się one ustawić go prostopadle do nadchodzącej fali. Działające siły są wprost proporcjonalne do natężenia dźwięku. Dlatego zaobserwowałeś, że z jego wzrostem krążek silniej się skręca.

Drugą sprawą jest występowanie tego zjawiska w ściśle określonej częstotliwości. Tu mamy do czynienia z powstaniem w rurze fali stojącej. Jeżeli tarcza znajduje się w miejscu, w którym fala stojąca ma strzałkę to działają na niego największe siły.

W rzeczywistości krążek można zamocować swobodnie, bez rury. Jednak w tym przypadku nawet niewielkie ruchy powietrza uniemożliwiają obserwację interesującego nas zjawiska. Najlepiej sprawdź to w domu sam.

Używając tarczy Rayleigha można też zmierzyć prędkość cząsteczek powietrza drgających w fali akustycznej. Jest z tym jednak trochę więcej zachodu.



KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



## Polaryzacja światła przez odbicie

### Cel ćwiczenia:

Poznanie zjawiska polaryzacji, sposoby otrzymywania światła spolaryzowanego.

### Wymagana wiedza ucznia:

Fala świetlna, amplituda fali, polaryzacja.

### Lista niezbędnych przedmiotów i materiałów:

Przyrząd do polaryzacji światła, polaryzator.

### Wprowadzenie:

Światło ulega odbiciu. Mam pytanie. Czy zmieni się coś gdy ulegnie ono odbiciu od powierzchni szkła? Sprawdźmy to w kolejnym doświadczeniu.

### Przebieg ćwiczenia:

- Ustaw źródło światła tak by strumień światła równomiernie oświetlał powierzchnię dolnej płytki przyrządu Norrenberga.
- Przechyl górną płytkę pod kątem  $\alpha = 57^\circ$  do pionowej osi przyrządu.
- Tak ustaw dolną płytkę aby w górnej widzieć odbite od obu powierzchni światło.
- Obracaj górną płytkę wokół osi pionowej przyrządu i obserwuj natężenie przechodzącego przez nie światła.
- Teraz ustaw płytki równoległe i w bieg światła odbitego od górnej płytki wstaw polaryzator i obracaj nim wokół jego osi.
- Obserwuj zmianę natężenia światła.



Rys. 1. Przyrząd Norrenberga



Urządzenie zasilane napięciem 230V

## Dyskusja zasad fizycznych demonstrowanych w ćwiczeniu:

Zauważyłeś, że pewnych położeniach elementów przyrządu przechodzące przez niego światło przygasło. Odpowiedzialność za to bierze polaryzacja. Światło odbite od dolnej płytki zostaje spolaryzowane. Górna płytkę też polaryzuje światło. Gdy kierunki płytek są prostopadłe to następuje silne wygaszenie światła.

Jeżeli na drodze światła ustawimy inny polaryzator to również nastąpi silne jego osłabienie. Potwierdza to, że mamy do czynienia ze spolaryzowaną falą.

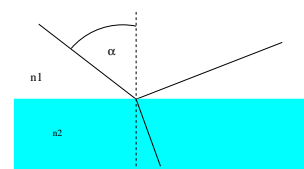
Stopień polaryzacji zależy od kąta  $\alpha$  padania światła na powierzchnię. Dla zwykłego szkła osiąga on maksimum gdy  $\alpha$  wynosi około  $57^\circ$ . Jest to kąt Brewstera.

Nie wszystkie substancje dają ten efekt. Nie występuje on przy odbiciu od powierzchni metalicznych.

## Wzory nam nie straszne:

W roku 1812 Brewster odkrył, że jeżeli kąt pomiędzy promieniem załamanym a odbitym wynosi  $90^\circ$  to wiązka odbita jest maksymalnie spolaryzowana. Gdy światło przechodzi z ośrodka o współczynniku załamania  $n_1$  do ośrodka o współczynniku załamania  $n_2$  to wartość kąta padania  $\alpha$  przy którym otrzymamy najsilniej spolaryzowaną wiązkę wynosi

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{n_2}{n_1}$$



**Rys. 2.** Polaryzacja przez odbicie



**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



**UNIA EUROPEJSKA**  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



## Zobaczyć niewidzialne

### Cel ćwiczenia:

Obserwacja wpływu ośrodka na polaryzację światła.

### Wymagana wiedza ucznia:

Fala świetlna, amplituda fali, polaryzacja światła.

### Lista niezbędnych przedmiotów i materiałów:

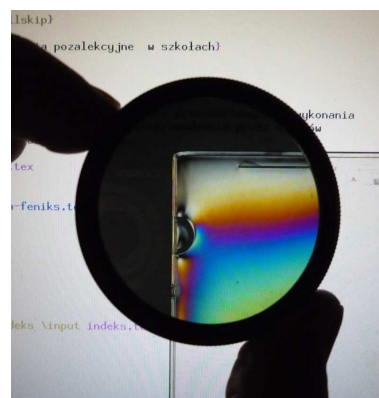
Monitor LCD, kawałki przezroczystych materiałów (linijka, pudełko na płyty CD, celofan, szkło, itp.), polaryzator.

### Wprowadzenie:

W doświadczeniu wykorzystamy spolaryzowane światło i spróbujemy zobaczyć co się kryje we wnętrzu przepuszczających światło ciał.

### Przebieg ćwiczenia:

- Uruchom monitor LCD.
- Obserwuj przez polaryzator jasno oświetlony ekran LCD.
- Obracając polaryzator zwróć uwagę na zmiany jasności przechodzącego przez niego światła.
- Ustaw polaryzator w takim położeniu by doprowadzić do zaciemnienia pola widzenia.
- Między ekranem i polaryzatorem umieść przezroczystą część pudełka na płyty CD i poruszaj nią.
- Obserwuj zachodzące zmiany.
- Powtórz obserwacje z innymi materiałami.



**Rys. 1.** Obraz naprężeń we wnętrzu przedmiotu

### **Dyskusja zasad fizycznych demonstrowanych w ćwiczeniu:**

Skrzyżowanie kierunków polaryzatorów dało nam całkowicie ciemne pole widzenia. Po umieszczeniu między nimi pudełka CD pojawiły się barwne obszary. Pojawienie się jasnych obszarów świadczy o tym, że kierunek polaryzacji przechodzącego światła uległ zmianie. Pojawiły się też barwy. To z kolei jest związane z tym, że wprowadzona przez ośrodek zmiana kierunku polaryzacji zależy od długości fali.

W ten sposób można badać niejednorodności materiałów. Na przykład występujące w nich naprężenia mechaniczne, tak jak to ma miejsce w pobliżu brzegów pudełka.



KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



## Pierścienie Newtona

### Cel ćwiczenia:

Poznanie interferencji światła i jednego z jej przejawów, którym są pierścienie Newtona.

### Wymagana wiedza ucznia:

Odbicie światła, długość i amplituda fali, interferencja światła.

### Lista niezbędnych przedmiotów i materiałów:

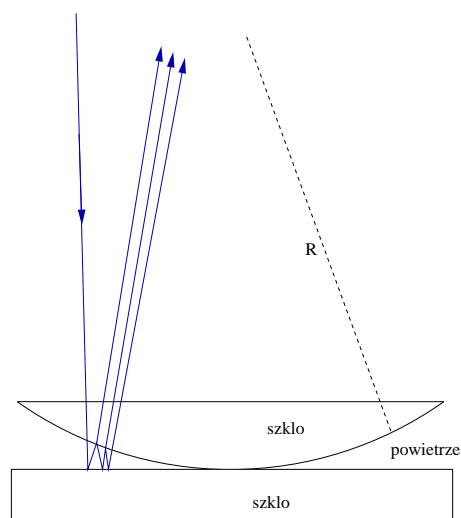
Soczewki, płytka szklana, lupa, czarny karton.

### Wprowadzenie:

Wbrew nazwie zostały odkryte w XVII w. przez Roberta Hooke'a. Jednak to Newton zbadał je dokładnie i jemu zawdzięczają swą nazwę. Mimo to na pełne wyjaśnienie zjawisko czekało przeszło 150 lat.

### Przebieg ćwiczenia:

- Umyj wodą z płynem do mycia naczyń powierzchnie szklanej płytki i soczewki.
- Połóż szklaną płytkę na czarnym kartonie.
- Do kawałka szkła przyłóż wypukłą stronę soczewkę i oświetl ją z boku.
- Przez lupę obserwuj miejsce styku obu przedmiotów.
- Zwróć uwagę na kształt i barwę powstającej figury.
- Powtórz obserwacje używając soczewek o różnym promieniu krzywizny.



Rys. 1. Schemat doświadczenia



Urządzenie zasilane napięciem 230V



### **Dyskusja zasad fizycznych demonstrowanych w ćwiczeniu:**

W miejscu styku widać czarny krążek. Otoczony jest on współśrodkowymi pierścieniami. Jak zdążyłeś zauważyć odległości między kolejnymi pierścieniami stają się coraz mniejsze.

Część padającej wiązki światła odbija się wielokrotnie od powierzchni szklanej płytki i soczewki. Po czym promienie odbite interferują z wiązką padającą. W ten sposób powstają obszary minimów i maksimów, które przyjmują kształt zaobserwowanych koncentrycznych pierścieni. Centralna część jest ciemna gdyż w tym miejscu odległość między przedmiotami jest znacznie mniejsza od długości padającej fali.

W miarę oddalania się od punktu styku obu przedmiotów rośnie odległość między powierzchniami. Co sprawia, że pierścienie się zagęszczają i słabną.

W świetle białym pierścienie są kolorowe. Przy czym część czerwona jest położona dalej od punktu styku. Dlaczego?



KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



## Im dalej, tym ciemniej

### Cel ćwiczenia:

Obserwacja zależności natężenia oświetlenia od odległości od źródła światła.

### Wymagana wiedza ucznia:

Źródła światła, natężenie oświetlenia.

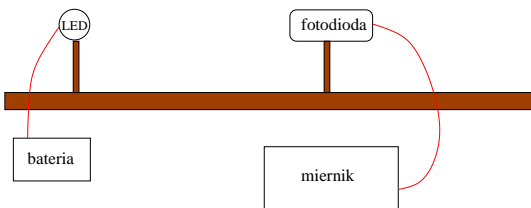
### Lista niezbędnych przedmiotów i materiałów:

Żarówka, zasilacz 6V, miernik uniwersalny, fotodioda, ława optyczna.

### Wprowadzenie:

Im dalej tym ciemniej. Sprawdźmy to nieco trywialne stwierdzenie w stosunku do światła rozchodzącego się od małego źródła.

### Przebieg ćwiczenia:

- Ustaw źródło światła i fotodiodę na ławie optycznej.
  - Podłącz żarówkę do zasilacza.
  - Połącz fotodiodę z miernikiem i ustaw zakres na  $200 \mu\text{A}$ .
- 
- Umieść żarówkę w odległości 5 cm od fotodiody.
  - Zgaś światło w pomieszczeniu i odczytaj na mierniku wartość fotoprądu. Wynik zapisz w Tabeli.
  - Następnie oddal żarówkę o 5 cm i powtórz pomiar. Czynności te wykonaj dla odległości wynoszących: 10, 15, 20, 25, 30 cm.

Rys. 1. Schemat doświadczenia

| Nr | Odległość $l$ [cm] | Natężenie prądu $i$ [ $\mu\text{A}$ ] |
|----|--------------------|---------------------------------------|
| 1. | 5                  |                                       |
| 2. | 10                 |                                       |
| 3. | 15                 |                                       |

Na papierze milimetrowym zaznacz punkty z Tabeli. Na osi  $X$  odłóż odległość fotodiody od źródła światła. Na osi  $Y$  natężenie fotoprądu. Postaraj się połączyć punkty gładką linią.



Urządzenie zasilane napięciem 230V

### **Dyskusja zasad fizycznych demonstrowanych w ćwiczeniu:**

Zauważyłeś, że natężenie fotoprądu spada w miarę oddalania się od źródła światła. Widać to wyraźnie na zrobionym wykresie. Spadek jest bardzo szybki. Jeżeli źródło światła jest małe w stosunku do odległości to natężenie światła spada z kwadratem odległości. Dwa razy dalej jest cztery razy słabsze.

### **Wzory nam nie straszne:**

Spróbujmy potraktować żarówkę jako punkt świecący we wszystkich kierunkach. Wtedy ilość światła, która dochodzi do miejsca odległego o  $r$  od źródła rozkłada się równomiernie na powierzchni całej kuli o takim promieniu. Załóżmy, że światło nie jest pochłaniane przez powietrze. Wtedy przez każdą z sfer o dowolnym promieniu przechodzi tyle samo światła. Pole powierzchni kuli wynosi  $4\pi r^2$  więc światło rozkłada się na coraz to większej powierzchni. W efekcie natężenie światła maleje z odległością jak  $\frac{1}{r^2}$ .



KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



## Jak świecą ciała

### Cel ćwiczenia:

Badanie widma różnych źródeł światła.

### Wymagana wiedza ucznia:

Źródła światła, sposoby świecenia ciał. Pryzmat, rozszczepienie światła białego.

### Lista niezbędnych przedmiotów i materiałów:

Spektroskop, żarówka, świetlówka.

### Wprowadzenie:

Świecenie ciał może zachodzić na skutek różnych procesów. Najprostszym jest emisja światła przez rozgrzane przedmioty. Również gorące gazy, na skutek efektów kwantowych mogą emitować promieniowanie. Podobny typ zjawisk jest wykorzystywany w diodach półprzewodnikowych LED. W doświadczeniu sprawdzimy jakie są podobieństwa i różnice w świetle pochodzącym z różnych źródeł.

### Przebieg ćwiczenia:

- Podłącz żarówkę do źródła prądu.
- Przez spektroskop obserwuj widmo jej światła.
- Zwróć uwagę na barwy i ich natężenie.

Powtórz obserwacje z innymi źródłami światła. Staraj się zanotować jak najwięcej informacji dotyczących obserwowanych widm, np. barwy i ich natężenie, prążki.



| Nr | Źródło światła | Charakterystyczne cechy widma |
|----|----------------|-------------------------------|
| 1. |                |                               |
| 2. |                |                               |
| 3. |                |                               |

### **Dyskusja zasad fizycznych demonstrowanych w ćwiczeniu:**

Każdy sposób emisji światła zostawia swój ślad w rozchodzącym się świetle. Jak zauważyłeś żarówka daje widmo ciągłe. Obserwujemy zmieniające się natężenia fal o różnych długościach. Dominuje kolor żółty i czerwony, natomiast niebieskiego jest niewiele.

Świecenie diody elektroluminescencyjnej związane jest z poruszaniem się elektronów w kryształach półprzewodnika. Tu widmo jest zdominowane określoną barwą. W świetle diody zielonej nie ma barwy niebieskiej.

W przypadku neonówki widzimy pojedyncze linie. Każdy gaz pobudzony do świecenia ma charakterystyczny dla siebie układ takich linii. Trochę inna jest sytuacja w przypadku świetlówki/żarówki energooszczędnej. Tak naprawdę świecą tu pary rtęci. W spektroskopie można zobaczyć kilka jej linii. Ponieważ świecenie to jest bardzo intensywne w ultrafioletowej części widma wewnątrz świetlówki pokryte jest specjalną substancją, luminoforem. Pochłania on promienie ultrafioletowe i wypromieniowuje je w zakresie światła widzialnego. Odpowiednio dobierając jego skład możemy starać się otrzymać światło bardzo zbliżone do przyjemnego dla oka światła zwykłych żarówek.