



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

I Pracownia Fizyczna Materiały przygotowawcze dla uczniów

·
Maria Goryl

*Instytut Fizyki im. Mariana Smoluchowskiego
Uniwersytet Jagielloński*

Listopad 2010

Zawarte w tym opracowaniu materiały powstały częściowo w oparciu o zawartość pakietów tematycznych Projektu FENIKS i przeznaczone są do wspomaganie samodzielnej pracy uczniów – uczestników Projektu. Ich dobór służy ułatwieniu przygotowania do zajęć laboratoryjnych w I Pracowni Fizycznej IF UJ.

<http://www.fais.uj.edu.pl/FENIKS/>

<http://th-www.if.uj.edu.pl/~feniks/>



- 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

Wstęp

Materiały uzupełniające dla uczniów zawierają zbiór zadań i prostych eksperymentów, które uczniowie mogą wykonać samodzielnie w domu. Powinny być one traktowane jako rozszerzenie przygotowanych wcześniej przez I Pracownię Fizyczną instrukcji, pozwalających uczniom przygotować się do zajęć w I Pracowni Fizycznej.

PF-1: Wyznaczanie ciepła topnienia lodu

Zadanie

Do wody o masie 0,56 kg i temperaturze 16°C wrzucono kawałek lodu o masie 0,08 kg i temperaturze 0°C. Temperatura wody po stopieniu się lodu zmniejszyła się do 4° C. Jakie jest ciepło topnienia lodu?

Doświadczenie 1 Energia wewnętrzna a temperatura

Przyrządy i materiały

Dwa litrowe słoje, woda z kranu, czajnik do podgrzewania wody

Przygotowanie

Zagotuj wodę w czajniku i napełni obydwie słoje do połowy wodą z kranu.

Eksperyment

- Wlej pół litra wrzącej wody do pierwszego słoika i ćwierć litra do drugiego.
- Przyłóż do obydwu słoików ręce w celu zbadania ich temperatury (jeżeli masz termometr możesz ją zmierzyć)

Obserwacje:

- Temperatura wody w pierwszym słoiku jest wyższa niż w drugim.

Komentarz

Energia wewnętrzna ciała jest sumą energii cząsteczek składających się na to ciało. Temperatura jest to miara średniej energii kinetycznej cząsteczek- im wyższa temperatura tym szybciej poruszają się cząsteczki. Dlatego też pół litra wody o temperaturze 100°C ma w sobie więcej energii wewnętrznej niż ćwierć litra, gdyż ma dwa razy więcej poruszających się cząsteczek, choć temperatura obu porcji wody jest taka sama.

Kiedy mieszamy gorącą (szybko poruszające się cząsteczki) i zimną (wolno poruszające się cząsteczki) wodę, szybkie cząsteczki zderzają się z wolnymi przyspieszając je, ale same przy tym tracą prędkość. **Końcowa temperatura mieszaniny zależy zarówno od ilości dodanych szybkich cząsteczek jak i od ich prędkości.**

Doświadczenie 2 Marznięcie [1]

Przyrządy i materiały

Dwie szklanki, woda z kranu, woreczek lub tacka do robienia kostek lodu, miska (wystarczająco duża, aby zmieściła się w niej dłoń i zostało jeszcze trochę miejsca), jedna gumowa rękawica gospodarcza (kuchenna), zamrażalnik, zegarek z sekundnikiem, kawałek ręcznika papierowego

Przygotowanie

Wlej wodę z kranu do woreczka do robienia kostek lodu lub napełnij wodą segmenty specjalnej tacki do robienia kostek lodu. Wstaw woreczek lub tackę do zamrażalnika na około 3 godziny.

Na ok. 15-30 minut przed eksperymentem wstaw do lodówki pustą szklankę i szklankę napełnioną letnią wodą z kranu.

Eksperyment

- Wyjmij szklanki z lodówki. Dotknij każdej z nich.

Obserwacja.

- Która szklanka wydaje się cieplejsza?

- Wypełnij miskę do połowy zimną wodą z kranu. Wrzuć do miski przygotowane wcześniej kostki lodu. Poczekaj około 10 minut aż lód się roztopi, a woda - schłodzi.

Uwaga: W tym czasie możesz wykonać kolejne eksperymenty.

- Po upływie ok. 10 min. Zanurz jedną dłoń w wodzie z lodem. Odmierz 5 sekund i wyjmij rękę.

Uwaga: **Nie trzymaj dłoni w lodowatej wodzie dłużej niż 5 sekund!**

Wytrzymaj dłoń kawałkiem ręcznika papierowego. Przyjrzyj się wyciągniętej z wody dłoni. Dotknij nią policzka. Na drugą dłoń ubierz gumową rękawicę. Zanurz dłoń w rękawicy w wodzie z lodem tak, aby woda nie dostała się do rękawicy. Odczekaj 10 sekund i wyjmij rękę. Ściągnij rękawiczkę i przyjrzyj się tej dłoni. Dotknij nią policzka.

Obserwacja

- Czym różnią się obie dłonie po wyciągnięciu ich z lodowatej wody?

Komentarz

Pojemność cieplna danego ciała informuje nas o tym, ile musimy dostarczyć ciepła temu ciału, aby je ogrzać o 1°C. Pojemność cieplna zależy od: rodzaju i ilości substancji. Substancje o dużej pojemności cieplnej (takie jak woda) powoli się ogrzewają, ale także powoli tracą ciepło. Substancje o małej pojemności cieplnej (takie jak powietrze) szybciej wymieniają ciepło z otoczeniem. Pojemność cieplna wody jest ok. 3 tysiące razy większa od pojemności cieplnej tej samej objętości powietrza. Dlatego pusta szklanka wyciągnięta z lodówki ma niższą temperaturę niż szklanka z wodą.

Człowiek jest **organizmem stałocieplnym**. Oznacza to, że do życia potrzebuje umiarkowanego ciepła i w miarę stałej temperatury. Ponieważ temperatura otoczenia jest zwykle mniejsza niż normalna temperatura ludzkiego ciała, ciepło przepływa od człowieka do otoczenia. Żeby się nie wychłodzić, organizm musi cały czas produkować energię, która uzupełni oddane ciepło. Pożywienie, które zjadasz, jest w twoim organizmie przetwarzane i częściowo zamieniane w energię niezbędną do ogrzania twojego ciała.

Gdy twoja dłoń znajduje się w zimnej wodzie, znajdujące się w niej naczynia krwionośne (czyli rurki, które transportują w dłoni krew) kurczą się i zwężają, przez co mniej krwi dociera do końcówek twoich palców. Organizm broni się w ten sposób i zmniejsza ilość ciepła oddawanego otoczeniu. Zimne palce stają się wówczas zeszywniałe i trudno nimi manipulować.

Pływając w górskim jeziorze o temperaturze ok. 15°C człowiek może przeżyć około sześciu godzin. Ale gdy temperatura wody spada do 12°C, można w niej umrzeć w ciągu jednej godziny, ponieważ ciało ludzkie nie może nadążyć z uzupełnianiem traconego ciepła.

W ręce wystawionej na mróz naczynia krwionośne zwężają się i kurczą podobnie jak w ręce włożonej do lodowatej wody. Jeśli jednak ręka (lub dowolna inna część ciała) pozostanie w takim stanie zbyt długo, może dojść do **odmrożenia**. Wtedy powrót naczyń krwionośnych do normalnego kształtu w odmrożonym miejscu jest utrudniony, co może mieć bardzo poważne konsekwencje.

W naszym doświadczeniu użyliśmy gumowych rękawic, ponieważ chcieliśmy się odizolować od lodowatej wody. Ta izolacja była na tyle skuteczna, że nawet po 10 sekundach trzymania dłoni w rękawiczce w bardzo zimnej wodzie, ręka ochłodziła się nam znacznie mniej niż po 5 sekundach zanurzenia dłoni bez izolacji. Pamiętaj, aby podczas mrozów ubierać rękawiczki, szalik i czapkę!

Aby nadmiernie nie wychładzać naszych organizmów, ubieramy się w odzież, która jest warstwą chroniącą przed utratą ciepła. Jedną z lepszych warstw ochronnych jest nieruchome powietrze. Futra zwierząt, pióra ptaków i ubrania z gęstych materiałów zrobionych przez ludzi są bardzo dobrymi pułapkami dla powietrza. To warstwa powietrza ogrzana ciepłem ludzkiego ciała i zatrzymana pod swetrem **izoluje** nas od zimnego otoczenia. Sam sweter nas nie ogrzewa.

Na podobnej zasadzie działa **termos** – naczynie służące do przechowywania substancji o temperaturze znacznie różniącej się od temperatury otoczenia. W naczyniu tym znajdują się dwie ścianki, przedzielone szczelną warstwą, w której panuje bardzo niskie ciśnienie.

Gruba warstwa śniegu jest mieszaniną lodu i powietrza. Działa ona jak warstwa izolująca dla ziemi. Lekki i puszysty śnieg utrzymuje temperaturę gruntu od około -2°C do około 0°C i zapobiega uciekaniu ciepła z ziemi do mroźnego nocnego powietrza. Dzięki temu wiele zwierząt schowanych pod warstwami śniegu może przetrwać zimę. [4]

Doświadczenie 3 Ciepło topnienia lodu

Przyrządy i materiały

Kostki lodu, dwa garnki, miska na wodę z lodem, woda, dwa termometry, kuchenka do podgrzewania z dwoma palnikami.

Przygotowanie

Należy wcześniej przygotować kostki lodu

Eksperyment

- Wsyp kostki lodu do miski i zalej wodą
- Oczekaj, aż temperatura wody będzie bliska zamarzania (bliska 0°C)
- Tak oziębioną wodę zlej do jednego garnka
- Do drugiego garnka wlej tyle samo wody o temperaturze pokojowej i dosyp do niej lód
- Postaw oba garnki na średnio rozgrzanej kuchence, wstaw do wody termometry

Obserwacje

- Obserwuj przebieg zmian temperatur w obu naczyniach.

Komentarz

Ciepło kuchenki będzie jednostajnie podnosić temperaturę zimnej wody bez lodu. Natomiast ciepło dostarczone do rondelka z wodą i lodem zostanie najpierw zużyte na stopienie lodu, więc temperatura wody nie będzie rosła dopóki lód nie stopi się.

Ilość energii, którą w postaci ciepła trzeba przekazać jednostkowej masie lodu, aby uległ on roztopieniu, nazywana jest *ciepłem topnienia lodu*. Jeżeli więc lód o masie m ulega w całości roztopieniu, to należy dostarczyć do niego ciepło równe:

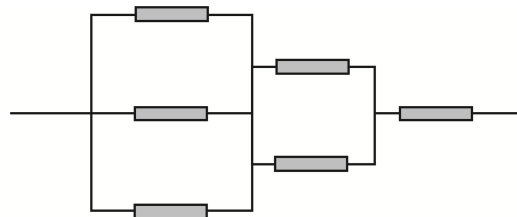
$$Q = q_t \cdot m$$

gdzie q_t jest ciepłem topnienia. Jednostką q_t jest J/kg.

PF-2: Badanie temperaturowej zależności oporu przewodników. Opór zastępczy układu oporników.

Zadanie 1

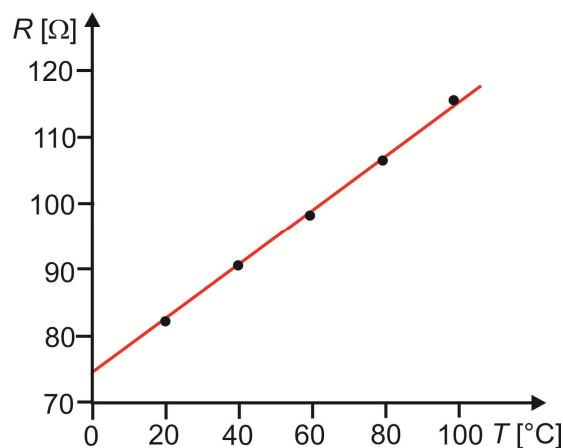
Oblicz opór zastępczy układu jednakowych oporników R przedstawionych na rysunku przyjmując, że $R = 1 \Omega$.



Rysunek 1 Układ jednakowych oporników $R=1 \Omega$

Zadanie 2

Zależność oporu metalowego przewodnika od temperatury można przedstawić w postaci wzoru $R=R_0(1+\alpha T)$, gdzie R_0 jest wartością oporu w 0°C , a α jest współczynnikiem temperaturowym oporu. Na podstawie wykresu $R(T)$ dla miedzianego drutu (rysunek 2) oszacuj współczynnik temperaturowy oporu α dla miedzi. Odpowiedz na pytanie o czym ten współczynnik nas informuje.



Rysunek 2 Zależność oporu od temperatury dla miedzi.

Doświadczenie 1 Wyznaczenie oporu właściwego miedzi [3]

Celem doświadczenia jest wyznaczenie oporu właściwego miedzi.

Krótki opis doświadczenia

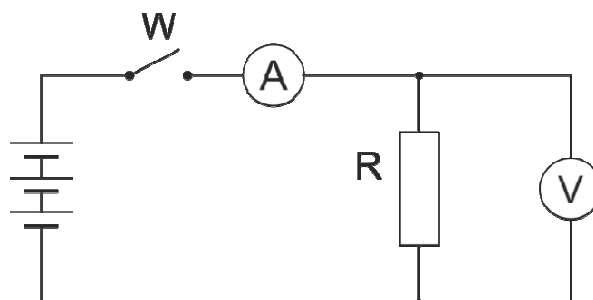
Opór właściwy (rezystywność) miedzi wyznacza się poprzez pomiar oporu drutu o znanych wymiarach.

Przyrządy i materiały

Co najmniej kilkadziesiąt metrów cienkiego drutu miedzianego w izolacji (średnica ok. 0,1 mm), bateria 4,5 V, woltomierz, miliamperomierz, przewody, włącznik, śruba mikrometryczna, miarka do pomiaru długości drutu.

Eksperyment

1. Mierzmy długość drutu.
2. Za pomocą śruby mikrometrycznej mierzymy średnicę drutu (po zdjęciu izolacji!). Pomiar powtarzamy w kilku miejscach drutu. Obliczamy średnią oraz niepewność pomiarową.
3. Zdejmujemy izolację z końcówek drutu (1-2 cm).
4. Łączymy obwód elektryczny wg poniższego schematu (R – drut miedziany). Zwracamy szczególną uwagę na jakość wszystkich połączeń, np. końcówki badanego drutu kilka razy okręcamy wokół przewodów połączeniowych lub wtyków „bananowych”.



5. Zamykamy obwód wyłącznikiem W.
6. Mierzmy napięcie pomiędzy końcami przewodu oraz natężenie płynące przez niego prądu.
7. Opór R przewodu obliczamy z prawa Ohma $R=U/I$.
8. Opór elektryczny przewodnika zależy od jego rodzaju oraz wymiarów:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S},$$

gdzie ρ – opór właściwy przewodnika, l - jego długość, S – pole powierzchni przekroju poprzecznego, $S=\pi r^2$.

Po przekształceniu wzoru otrzymujemy wzór, z którego obliczamy opór właściwy miedzi:

$$\rho = \frac{RS}{l} = \frac{\pi r^2 R}{l}.$$

9. Niepewność pomiaru obliczamy metodą najmniej korzystnego przypadku, uwzględniając niepewność wyznaczenia oporu.

Komentarz

Opór właściwy miedzi wynosi $1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$ (przy $20^\circ C$). Używając zbudowanego układu możemy wyznaczyć również opór właściwy innych przewodników – np. użytego w opornicy suwakowej. Można również wyznaczyć temperaturowy współczynnik oporu – należy zmierzyć opór przewodu w dwóch jak najbardziej różniących się temperaturach (np. $0^\circ C$ i $100^\circ C$). Uwaga: należy pamiętać o uwzględnieniu temperaturowej zmiany długości i średnicy drutu!

Doświadczenie 2 Wyznaczenie temperatury włókna żarówki [3]

Celem doświadczenia jest zapoznanie się z zależnością oporu elektrycznego przewodnika od temperatury oraz wyznaczenie na tej podstawie temperatury włókna żarówki.

Krótki opis doświadczenia

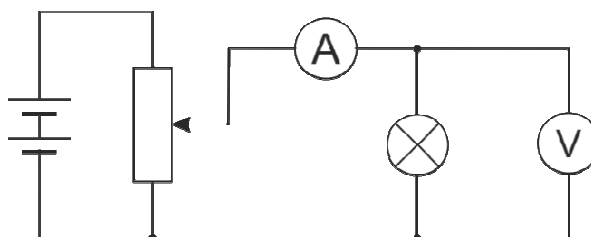
Temperaturę wolframowego włókna żarówki można wyznaczyć metodą pośrednią, poprzez pomiar oporu włókna świecącej żarówki.

Przyrządy i materiały

Żarówka 12 V, przewody, woltomierz, amperomierz, omomierz, zasilacz o regulowanym napięciu lub dwie baterie płaskie 4,5V oraz opornica suwakowa 100Ω , termometr pokojowy.

Eksperyment

1. Jeśli posiadamy omomierz mierzymy za jego pomocą opór elektryczny R_0 włókna żarówki w temperaturze pokojowej. Jeśli nie posiadamy omomierza, to opór ten wyznaczymy po zmontowaniu układu pomiarowego opisanego w punkcie 2. przy małym napięciu zasilającym żarówkę. Na termometrze odczytujemy temperaturę otoczenia t_0 .
2. Łączymy obwód wg poniższego schematu. Jeżeli dysponujemy zasilaczem regulowanym, to podłączamy go zamiast baterii i opornicy.



3. Ustawiamy żądane napięcie zasilania żarówki, mierzymy napięcie na żarówce napięciem oraz natężenie płynące przez nią prądu.
4. Opór R wolframowego włókna żarówki obliczamy z prawa Ohma $R=U/I$.
5. Opór przewodnika w funkcji temperatury można z dobrym przybliżeniem opisać wzorem

$$R = R_0 [1 + \alpha(t - t_0)],$$

gdzie: R_0 to opór przewodnika w temperaturze t_0 , α – temperaturowy współczynnik oporu. Z powyższego wzoru możemy otrzymać kolejny wzór:

$$t = \frac{R - R_0}{\alpha} + t_0,$$

z którego obliczymy temperaturę włókna żarówki. Temperaturowy współczynnik oporu wolframu $\alpha = 0,0045 \text{ K}^{-1}$.

6. Pomiary możemy powtórzyć dla różnych wartości napięcia zasilającego żarówkę, a więc dla różnych mocy P . Otrzymane wyniki przedstawiamy wtedy na wykresie w postaci zależności temperatury włókna żarówki od mocy P .
7. Niepewność pomiaru określamy na podstawie klas dokładności amperomierza i woltomierza np. metodą najmniej korzystnego przypadku.

Komentarz

Włókno świecącej „zwykłej” żarówki osiąga temperaturę ponad 2000°C . Opisana metoda wyznaczenia temperatury włókna żarówki może posłużyć do pomiaru temperatury innych świecących obiektów, np. płomienia świecy [2].

PF-4: Badanie mechanicznych układów drgających

Zadanie

Ciało wykonuje ruch harmoniczny opisany funkcją: $x(t) = A \sin \omega t$. Oblicz:

- a) dla jakiej wartości x energia kinetyczna ciała drgającego ruchem harmonicznym jest równa jego energii potencjalnej (wyraż x przez A);
- b) dla jakich wartości $t < \frac{T}{4}$ energia kinetyczna jest równa energii potencjalnej;
- c) dla jakich wartości x stosunek $E_k : E_p = 4$;
- d) dla jakich wartości $t < \frac{T}{4}$ stosunek $E_k : E_p = 4$;

Doświadczenie 1 Zegar wahadłowy [1]

Przyrządy i materiały:

kawałek nici o długości ok. 1,5 m, plastelina, gwóźdź, pinezka lub inny zaczep usytuowany ok. 1,6 m nad podłogą, stoper, metr krawiecki lub przymiar metrowy

Przygotowanie

Na samym końcu nici przyklep kulkę plasteliny o średnicy około 2 cm. Drugi koniec nici przymocuj do zaczepu, tworząc w ten sposób wahadło. Należy zadbać, aby wahadło miało swobodę ruchu wahadłowego, (podczas ruchu nie może się z niczym zderzać, ani o nic ocierać).

Eksperyment

- Wychyl wahadło o niewielki kąt i puść swobodnie. Włącz stoper, gdy wahadło ponownie znajdzie się w pozycji, z której zostało wypuszczone (pozycji wyjściowej). Wyłącz stoper w chwili, gdy wahadło powróci po jednym pełnym wahnięciu do pozycji wyjściowej. Zapisz wynik na kartce. Powtórz doświadczenie 2-3 razy.

Obserwacja

- Czy wyniki pomiaru czasu różnią się między sobą?
- Z czego mogą wynikać te różnice?
- Doklej do kulki z wahadła dodatkowy kawałek plasteliny tak, aby mniej więcej podwoić masę kulki. Zadbaj o to, aby powiększony kawałek plasteliny uformowany został ponownie w kulkę. Wychyl wahadło o niewielki kąt i puść swobodnie. Włącz stoper, gdy wahadło ponownie znajdzie się w pozycji, z której zostało wypuszczone (pozycji wyjściowej). Wyłącz stoper w chwili, gdy wahadło powróci po jednym pełnym wahnięciu do pozycji wyjściowej. Zapisz wynik na kartce. Powtórz doświadczenie 2-3 razy.

Obserwacja

- Czy wyniki pomiaru czasu różnią się między sobą?
- Z czego mogą te różnice wynikać?
- Czy na podstawie wykonanego eksperymentu można powiedzieć, że w przybliżeniu czas jednego drgania wahadła nie zależy od masy doczepionej w jego dolnym końcu?
- Skróć nić wahadła mniej więcej o połowę. Wychyl wahadło o niewielki kąt i puść swobodnie. Włącz stoper, gdy wahadło ponownie znajdzie się w pozycji, z której zostało wypuszczone (pozycji wyjściowej). Wyłącz stoper w chwili, gdy wahadło powróci po raz pierwszy do pozycji wyjściowej. Zapisz wynik na kartce. Powtórz doświadczenie 2-3 razy.

Obserwacja

- Czy wyniki pomiaru czasu różnią się między sobą?
- Czy na podstawie wykonanego eksperymentu można powiedzieć, że w przybliżeniu czas jednego drgania wahadła wyraźnie zależy od jego długości?
- Dla którego z dwóch wahadeł czas jednego drgania wahadła jest krótszy: dla wahadła o dłuższej czy o krótszej nici?

Komentarz

Z wahadłami spotykasz się na co dzień - są nimi na przykład: huśtawka, wahadło zegarowe, hamak. Najprostszym wahadłem (tak zwanym **wahadłem matematycznym**) jest niewielki, ale ciężki przedmiot zawieszony na długiej, cienkiej i nierozciągliwej nici, wprawiony w ruch wahadłowy po wychyleniu o niewielki kąt od pionu.

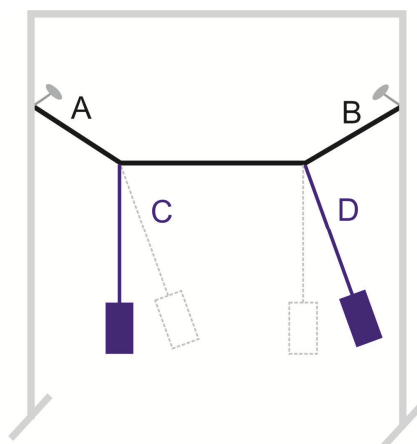
Wahadła wykonują ruch „tam i z powrotem”, czyli **drgają**. Aby wprowadzić wahadło w ruch, musimy je wychylić - wówczas wahadło zaczyna drgać. Za każdym razem, kiedy powraca do tego samego maksymalnego wychylenia, upływa taki sam czas. Czas ten nazywa się **okresem** ruchu.

Użyte w eksperymencie wahadło można traktować jak wahadło matematyczne. Dla takiego wahadła okres drgań nie zależy od masy doczepionej w jego dolnym końcu, a zależy od jego długości. Dłuższe wahadła mają dłuższe okresy. Dzięki tej prawidłowości możliwe było skonstruowanie zegara wahadłowego, który odmierza czas dzięki wahadłowemu ruchowi „serca”. W urządzeniu tego typu serce jest najczęściej zawieszona na dość długim pręcie, aby okres ruchu wynosił 1 s. Pierwszy zegar wahadłowy został zbudowany przez Christiaana Huygensa, który około roku 1657 zastosował w ten sposób w praktyce prawo ruchu wahadłowego sformułowane przez Galileusza.

Doświadczenie 2 Współdziałające wahadła

Materiały: Dwa ciężarki, sznurek i pineski z dużą główką

Przygotowanie



Rysunek 3. Wahadła współdziałające

- Wbij pineski w futrynę drzwi albo stojącą prostokątną ramkę
- Na pineskach zawieś sznurek A-B zgodnie ze schematem przedstawionym na rysunku 3
- Zawieś na nim ciężarki C i D.

Eksperyment

- Wpraw w ruch jedno wahadło

Obserwacja

- Jak po chwili będzie się zachowywać drugie wahadło?
- Jak będzie się w tym czasie zachowywać pierwsze wahadło?

Komentarz

W eksperymencie zastosowane zostały współdziałające wahadła. Pierwsze wahadło wprawione w ruch po pewnym czasie przekazuje swoją energię drugiemu wahadłu. Powoduje to ruch drugiego wahadła. Zjawisko to nazywamy dudnieniami. Gdy jedno z wahań ma maksymalne wychylenie, drugie w tym momencie jest nieruchome. Następnie amplituda pierwszego wahadła stopniowo maleje, a drugiego rośnie, aż sytuacja się odwróci. Potem wychylenie drugiego wahadła stopniowo maleje, a pierwszego rośnie... itd.

PF-5 Wyznaczanie prędkości dźwięku metodą fali biegnącej

Zadanie

Sygnal wysyłany przez echosondę łodzi podwodnej powrócił po czasie $t=3,7$ s. W jakiej odległości od łodzi znajduje się przeszkoda, jeżeli prędkość rozchodzenia się dźwięku w wodzie $v=1450$ m/s?

Doświadczenie 1 Pomiar prędkości dźwięku metodą Galileusza



Przyrządy i materiały taśma miernicza, stoper, latarka

Przygotowanie

- Pomiar najlepiej wykonać wieczorem na wolnej przestrzeni.
- Do wykonania doświadczenia potrzebne są dwie osoby.
- Uczestnicy eksperymentu muszą zająć pozycje w odległości około 500m w linii prostej. Odległość można zmierzyć. Bardzo dobra obserwacja będzie możliwa jeżeli chociaż jedna osoba znajdzie się na wzniesieniu.
- Osoba pierwsza zabiera ze sobą latarkę, osoba druga stoper

Eksperyment

- Wykonanie pomiaru odległości pomiędzy dwiema osobami Δs
- 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 .

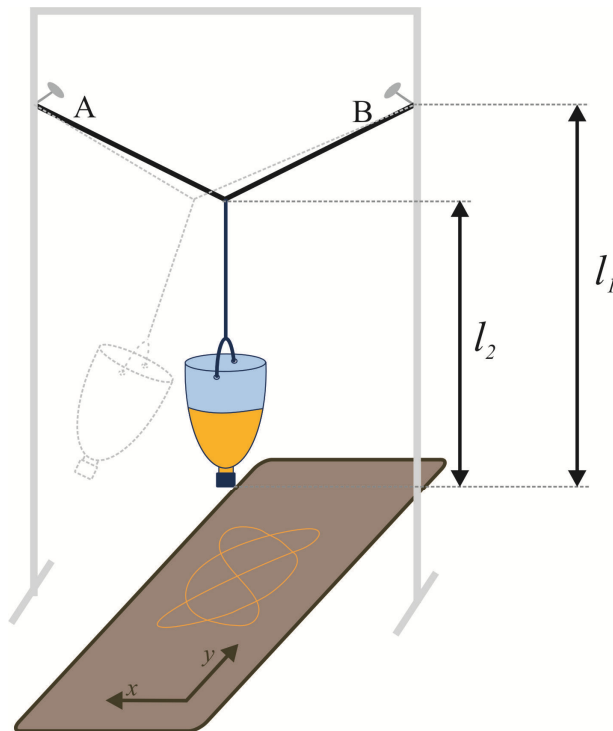
Otrzymane wyniki pozwolą obliczyć prędkość dźwięku w powietrzu ($V = \frac{\Delta s}{\Delta t}$) w warunkach, które panowały w chwili pomiaru.

Komentarz

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.

Doświadczenie 2 Krzywe Lissajous

Materiały: Plastikowa butelka po napoju z zakrętkom, sznurek, tacka, drobny piasek, duże pineski albo małe haczyki



Rysunek 4 wahadło złożone

Przygotowanie

- Odetnij od butelki dno
- Zrób niewielką dziurkę na środku zakrętki i dwie dziurki przez, które przejdzie sznurek na brzegu butelki. Najlepiej wykonać to przewiercając lub nakłuwając plastik rozgrzanym drutem
- Przywiąż kawałek sznurka po obu stronach butelki tak aby można było ją powiesić do góry dnem. Powstanie w ten sposób coś na kształt lejka.
- Do powstałego uchwyty przywiąż długi sznurek tak jak pokazane zostało to na rysunku 4
- Wbij pineski w futrynę drzwi albo haczyki w stojącą prostokątną ramkę
- Zawieś na nich sznurek A-B zgodnie ze schematem przedstawionym na rysunku 4
- Zawieś na nim sznurek na końcu którego zamontowana została butelka
- Pod tak przygotowane wahadło połóż tackę

Eksperyment

- Nasyp do butelki piasku i zatkaj dziurkę w zakrętce palcem
- Wychylaj wahadło w różnych płaszczyznach i puszczaj je odykając dziurkę w zakrętce.

Obserwacja

- Jak będzie się wahał nasz układ jeżeli wychylimy butelkę w tej samej płaszczyźnie co sznurek A-B?

- Jak będzie się wahał nasz układ jeżeli wychylimy butelkę w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny sznurka A-B?
- Jak będzie się zachowywać wahadło jeżeli będzie drgać w innych płaszczyznach?
- Co możesz powiedzieć o kształtach, które powstaną podczas ruchu wahadła na skutek wysypywanego piasku?

- Powtórz kilka razy eksperyment dla sznurków o różnej długości.

Uwaga: Ważne jest aby zmieniał się stosunek długości sznurka AB do sznurka na którym zawieszona jest butelka z piaskiem.

Obserwacja

- Czy kształt powstałych figur zmienia się

Komentarz

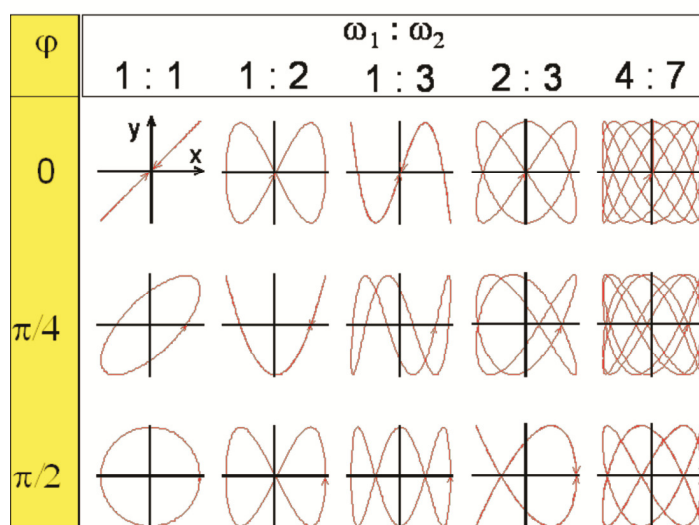
Metoda jaką zastosowano w doświadczeniu opiera się na ruchu wahadła złożonego. Przy takim zawieszeniu jak zostało to pokazane na rysunku 4 podczas ruchu w płaszczyźnie rysunku układ zachowuje się jak wahadło o długości l_1 , a przy ruchu w płaszczyźnie prostopadłej jak wahadło o długości l_2 . Wprawiając wahadło w ruch złożony mamy do czynienia ze złożeniem dwóch liniowych prostych ruchów harmoniczných.

Ruchy te są do siebie położone pod kątem prostym. Czyli płaszczyzny ich drgań są prostopadłe. Powstały ruch jest złożeniem dwóch niezależnych drgań o równaniach:

$$x = A_x \cos(\omega_1 t + \varphi)$$

$$y = A_y \cos(\omega_2 t)$$

Jeżeli ruchy w płaszczyznach OX i OY mają różne amplitudy, fazy i częstotliwości wtedy otrzymujemy figury Lissajous, które wyrysowywane są za pomocą piasku wysypującego się z butelki. Ruch taki może być bardzo skomplikowany. Ogólnie, tor może nawet nie być krzywą zamkniętą, co oznacza że ruch nie jest okresowy. Kiedy jednak stosunek obu częstotliwości kątowych ω_1 / ω_2 jest liczbą wymierną, czyli może być wyrażony przez stosunek dwóch liczb całkowitych, to tor ruchu jest krzywą zamkniętą, tzn. ruch jest okresowy, chociaż mimo to, często również bardzo skomplikowany.



PF-6 Wyznaczanie ogniskowych soczewek cienkich.

Badanie wad soczewek grubych.

Zadanie 1

W jakiej odległości od żarówki należy umieścić soczewkę skupiającą o ogniskowej $f=10$ cm, aby na ścianie odległej o $l=2$ m od soczewki otrzymać ostry, powiększony obraz jej włókna?

Zadanie 2

Dwie ciężkie soczewki, dające powiększenia, odpowiednio, p_1 i p_2 , znajdują się na wspólnej osi optycznej. Jakie będzie powiększenie układu?

Zadanie 3

Soczewka wypukła jest wykonana ze szkła, które charakteryzuje się współczynnikiem załamania: dla światła czerwonego $n_c=1,5118$ i dla światła fioletowego $n_f=1,5267$. Powierzchnie soczewki mają jednakową krzywiznę o promieniu $R=5$ cm. W jakiej wzajemnej odległości znajdując się ognisko czerwone i fioletowe?

Doświadczenie 1 Soczewka skupiająca [1]

Przyrządy i materiały

Lupa, czysta kartka A4, gazeta lub książka, odsłonięte okno, metr krawiecki lub długa linijka

Eksperyment

- Użyj lupy jako szkła powiększającego. Ustaw lupę pomiędzy oknem a gazetą. Przesuwając gazetę i lupę, ustaw obie w takich odległościach od siebie nawzajem i od twojego oka, przy których twoje oko się nie męczy, a litery w gazecie wydają się największe.

Obserwacja

- Czy powstały obraz liter jest prosty czy odwrócony?

- Ustaw lupę pomiędzy kartką A4, a oknem. Patrząc bezpośrednio na kartkę A4 (ale z boku, a nie poprzez lupę), tak zmieniaj odległość pomiędzy lupą, a kartką, żeby na kartce otrzymać jak najmniejszy obraz Słońca zza okna. W takim przypadku odległość pomiędzy lupą a kartką jest równa ogniskowej soczewki. Zmierz ogniskową swojej lupy.

Obserwacja

- Co jeszcze pojawia się na kartce, gdy ustawisz ją i lupę w takiej pozycji, aby obraz Słońca na kartce był jak najmniejszy?
- Czy obraz okna jest prosty, czy odwrócony?

Komentarz

Lupa jest soczewką dwuwypukłą. Ponieważ wykonana jest ze szkła, w którym współczynnik załamania światła jest większy niż współczynnik załamania światła w powietrzu, lupa używana w powietrzu jest soczewką skupiającą. Za pomocą takiej soczewki można uzyskiwać obrazy dwojakiego rodzaju: obrazy proste, obserwowane po tej samej stronie soczewki, po której znajduje się przedmiot (np. w przypadku użycia lupy jako szkła powiększającego, zarówno przedmiot, jak i obraz znajduje się za lupą) oraz obrazy odwrócone, znajdujące się po przeciwnej stronie soczewki niż przedmiot (np. gdy otrzymujemy obraz okna na kartce).

Cechą charakterystyczną wszystkich obrazów, otrzymanych zarówno przy użyciu soczewek, jak i zwierciadeł dowolnego typu jest to, że obrazy proste są obrazami pozornymi, a obrazy odwrócone – rzeczywistymi. Obraz pozorny to taki, który powstaje wyłącznie w ludzkim oku. Jeśli w miejscu, w którym wydaje nam się, że powstaje ten typ obrazu, ustawimy ekran, obraz się na nim nie pojawi. Z kolei obraz rzeczywisty powstaje w konkretnym miejscu w przestrzeni. Jeśli w tym miejscu ustawimy ekran, pojawi się na nim wyraźny, ostry obraz.

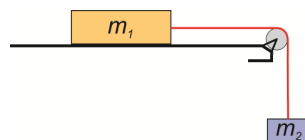
Promienie słoneczne dochodzą do soczewki z bardzo daleka, można zatem uznać, że Słońce (przedmiot obserwacji) znajduje się w nieskończoności, a biegnące od niego promienie są w przybliżeniu równoległe. Wówczas wyraźny (i najmniejszy) obraz Słońca powstaje w odległości równej ogniskowej soczewki (wszystkie promienie skupiają się w ognisku soczewki).

Jeżeli lupę wystawimy na działanie promieni słonecznych, umieszczając jednocześnie suchą trawę lub drobne gałązki w jej ognisku, możemy rozpalić ogień. W takim bowiem przypadku za pomocą lupy skupiamy całą docierającą do nas energię słoneczną na bardzo małym obszarze (równym polu powierzchni plamki obrazu Słońca). Bardzo niebezpieczne zatem, z punktu widzenia możliwości powstania pożarów, jest porzucanie w lesie szklanych opakowań – np. butelek, czy słoików. Stają się one bowiem soczewkami o bardzo małych ogniskowych i mogą doprowadzić do powstania pożaru lasu, szczególnie w czasie upałów, gdy posycie lasu jest bardzo suche.

PF-7: Nie od razu piramidy zbudowano, czyli o fizyce maszyn prostych

Zadanie 1

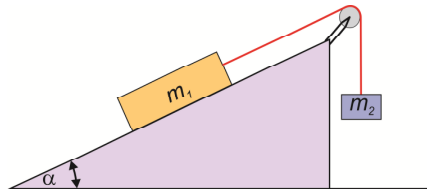
Z jakim przyspieszeniem porusza się będzie układ dwóch klocków pokazanych na rysunku 5? Współczynnik tarcia klocka o stół wynosi $f=0,1$, $m_1=3$ kg, $m_2=1$ kg.



Rysunek 5 Układ dwóch klocków

Zadanie 2

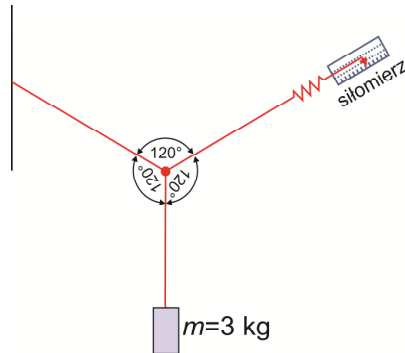
Z jakim przyspieszeniem porusza się będzie układ dwóch ciał o masach $m_1=2$ kg i $m_2=4$ kg (rysunek 6), połączonych linką i umieszczonych na równi pochyłej o kącie nachylenia $\alpha=30^\circ$? Współczynnik tarcia ciała o masie m_1 o powierzchnię równi wynosi $f=0,2$.



Rysunek 6 Układ dwóch klocków na równi pochyłej

Zadanie 3

Pokazany na rysunku 7 układ ciał pozostaje w równowadze. Jaka wartość siły wskaże siłomierz zamieszczony na rysunku.?



Rysunek 7 Układ ciał pozostający w równowadze

Doświadczenie 1

Materiały

Deska i kilka książek, przymiar metrowy, 3 drewniane prostokątne klocki lub pudełka po zapalniczkach odpowiednio obciążone, kawałek folii aluminiowej i materiału (wielkości jednej ze ścian klocka)

Przygotowanie

- Podeprzyj deskę z jednej strony książkami aby powstała z niej równia pochyła
- Oklej jeden klocek folią aluminiową a drugi materiałem (postaraj się aby nie było zagięć, nierówności)

Eksperyment

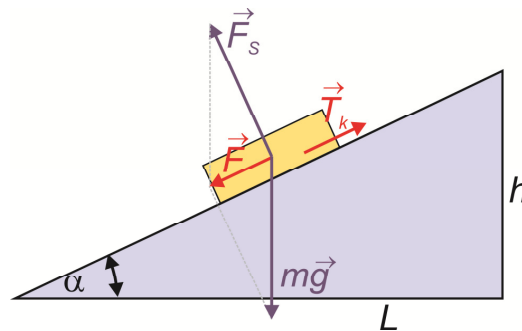
- Na równi pochyłej pod niewielkim kątem do poziomu umieść klocek
- Dobierz kąt nachylenia równi tak, aby ruch klocka był ruchem w przybliżeniu jednostajnym
- Wykonaj kilkakrotny pomiar wysokości równi h i długości jej podstawy L
- Powtórz pomiar dla pozostałych klocków, zmieniając kąt nachylenia równi tak aby i one poruszały się ruchem jednostajnym.

Obliczenia

Dokonując rozkładu sił na równi pochyłej jak zostało to pokazane na rysunku 8 i uwzględniając definicję współczynnika tarcia kinetycznego możemy zapisać, że:

$$f_k = \frac{T_k}{N} = \frac{mgsin\alpha}{mgcos\alpha} = tg\alpha = \frac{h}{L}$$

gdzie α to kąt nachylenia równi pochyłej. Pozwala to na policzenie współczynnika tarcia kinetycznego jako ilorazu h/L .



Rysunek 8 Rozkład sił na równi pochyłej

Obserwacja

- W zależności czym pokryty jest klocek zmienia się jego współczynnik tarcia kinetycznego

Komentarz

Jeżeli siła zsuwająca jest większa od siły tarcia ciało zsuwa się z równi ruchem jednostajnie przyspieszonym z przyspieszeniem, które nadaje mu wypadkowa tych sił. Zmiana kąta nachylenia równi pozwala jednak aby siła zsuwająca równoważyła siłę tarcia i ciało zsuwało się ruchem jednostajnym. Gdy siła zsuwania jest równa sile tarcia możemy wyrazić kinetyczny współczynnik tarcia jako $tg\alpha$. Pozwala to na policzenie współczynnika tarcia kinetycznego jako ilorazu h/L .

PF-8 Wyznaczanie współczynnika lepkości cieczy metodą Stokesa

Zadanie

W tabeli podano wartości lepkości wody dla różnych temperatur. Wykaż, że maksymalna wartość prędkości opadania kulki będzie największa w wodzie o temperaturze 25 °C. Zmiany gęstości wody związane ze zmianami temperatury pomiń. Odpowiedź uzasadnij, zapisując odpowiednie zależności.

| Temperatura wody w °C | Lepkość w $10^{-3} Pa \cdot s$ |
|-----------------------|--------------------------------|
| 5 | 1,519 |
| 10 | 1,307 |
| 15 | 1,140 |
| 20 | 1,002 |
| 25 | 0,891 |

Doświadczenie 1 Spadające przedmioty [1]

Przyrządy i materiały

dwie kartki papieru z zeszytu o formacie A5, balonik, włóczka, gumka do mazania, książka o formacie A5, linijka

Przygotowanie

Nadmuchaj balonik. Zgnieć jedną kartkę w kulkę. Utnij kawałek włóczki o długości 10 cm.

Eksperyment

- Puszczaj (nie rzucaj!) po kolei wszystkie przedmioty z tej samej wysokości. Możesz je puszczać jednocześnie: pojedynczo, parami, trójkami – zaplanuj tę część samodzielnie w celu porównania ruchu przedmiotów.

Obserwacja.

- Który przedmiot spada w najkrótszym czasie?
- Który przedmiot spada w najdłuższym czasie?
- Która z kartek spada w krótszym czasie?

- Połóż kartkę papieru na książce. Unieś książkę ponad blatem stołu i puść na stół.

Obserwacja.

- Który z przedmiotów jako pierwszy dotknął stołu?
- W jaki sposób względem siebie poruszały się kartka i książka?

- Podłóż kartkę papieru pod książkę. Unieś książkę z kartką ponad blat stołu i puść na stół.

Obserwacja.

- Który z przedmiotów jako pierwszy dotknął stołu?
- W jaki sposób względem siebie poruszały się kartka i książka?

- Nad blatem stołu w jednej ręce unieś książkę, a w drugiej – ułóż na płasko kartkę papieru. Puść oba przedmioty jednocześnie na stół.

Obserwacja.

- Który z przedmiotów jako pierwszy dotknął stołu?
- W jaki sposób względem siebie poruszały się kartka i książka?

Komentarz

Wszystkie przedmioty spadają na Ziemię, bo są przez nią przyciągane **siłą grawitacji**. Ponieważ spadając poruszają się w powietrzu, działa na nie także **siła oporu**, zwrócona przeciwnie do prędkości.

Gdyby zamiast powietrza w naszym otoczeniu panowała **próżnia**, to wszystkie przedmioty spadałyby z tej samej wysokości w takim samym czasie. Czas spadania nie zależałby ani od masy przedmiotu ani od jego wielkości, ani od jego kształtu. To siła oporu sprawia, że czas spadania jest różny dla różnych przedmiotów.

Dwie kartki o tej samej masie, ale różnym kształcie nie spadają na Ziemię w takim samym czasie. Kartka zgnieciona spada szybciej, ponieważ **siła oporu zależy od pola powierzchni napierającej na powietrze**.

Dla ciał spadających w pobliżu powierzchni Ziemi siła grawitacji jest skierowana pionowo w dół, a siła oporu - pionowo w górę, zatem siły te przeciwdziałają sobie. Suma tych sił nadaje ciału przyspieszenie. Ponieważ siła grawitacji nie zależy od szybkości ciała, a **siła oporu rośnie wraz ze wzrostem szybkości** ciał, dlatego podczas spadania bardzo szybko zostaje osiągnięty stan równowagi, przy którym wartość siły grawitacji staje się równa wartości siły oporu. Od tej chwili ciało przestaje przyspieszać i zaczyna poruszać się w dół ruchem jednostajnym z osiągniętą szybkością graniczną. Sama **siła oporu nie zależy od masy ciała**, ale **szybkość graniczna** ciała **jest** między innymi **proporcjonalna do jego masy** – dlatego w ostatniej części doświadczenia książka spada na stół wcześniej niż kartka papieru, chociaż oba przedmioty mają podobne pole powierzchni napierającej.

Doświadczenie 2 Lepkość Cieczy

Materiały

3 wysokie szklanki na sok, woda, olej, sok, kilka 1 groszowych monet lub jednakowych małych kuleczek, stoper

Przygotowanie

Wlej do pierwszej szklanki wodę do drugiej olej a do trzeciej sok. Szklanki powinny zawierać porównywalną ilość płynów. Najlepiej jak będą prawie całe wypełnione.

Eksperyment

- Wrzuć monetę do szklanki z wodą i zmierz w jakim czasie opadnie na dno.
- Powtórz to dla oleju i soku.
- Powtórz eksperyment kilka razy

Obserwacja

- Jaki był czas opadania monet w poszczególnych substancjach?

Komentarz

W oleju i soku monety opadają znacznie wolniej aniżeli w wodzie. Spowodowane jest to inną lepkością badanych substancji. Lepkość cieczy określa się jako tarcie wewnętrzne, spowodowane przez siły przyciągania wzajemnego cząsteczek cieczy. Cząsteczki przyciągają się i w wodzie i w soku i w oleju ale w soku i oleju mocniej niż w wodzie. Dlatego moneta znacznie szybciej porusza się w wodzie.

PF-9 Dyfrakcja i interferencja światła. Pierścienie Newtona.

Zadanie

Promienie padają prostopadle na siatkę dyfrakcyjną i po przejściu przez nią dają widmo pierwszego rzędu pod kątem $\alpha=17^{\circ}8'$. Oblicz stałą siatki, jeżeli długość fali promieni padających wynosi $\lambda=589$ nm.

Doświadczenie 1 Interferencja i dyfrakcja

Materiały

2 białe kartki papieru, żyłtka, laser

Przygotowanie

- W jednej z kartek papieru za pomocą nożyka wytnij cienką szczelinę.
- Zagnij jeden z boków kartki tak aby utrzymywała się w pozycji pionowej.
- Druga kartka będzie służyła nam za ekran. Również zagnij ją tak, aby była w pozycji pionowej.
- Ustaw najpierw kartkę ze szczeliną a następnie w odległości ok. 30cm ekran.



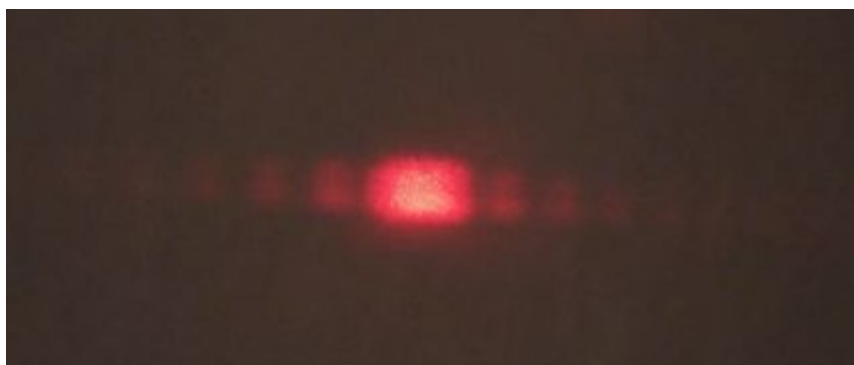
Rysunek 9 Gotowy układ pomiarowy do doświadczenia interferencja i dyfrakcja.

Eksperyment:

- Za pomocą lasera oświetl szczelinę

Obserwacja:

- Zaobserwuj, jaki powstanie obraz na ekranie.
- Na kartce obserwowane będą prążki interferencyjne przedstawione na rysunku 10.



Rysunek 10 Wynik doświadczenia interferencja i dyfrakcja.

Komentarz

Szczelina w kartce papieru jest naszą przesłoną. Zgodnie z zasadą Huygensa każda szczelina jest źródłem fali kulistej. Wiązka światła laserowego, która ma określoną barwę i długość fali padając na przesłonę ulega zjawisku dyfrakcji, czyli ugięciu. Po przejściu przez szczelinę ugięte światło ulega zjawisku interferencji. Nakładają się na siebie fale zgodne lub w przeciwnej fazie. W związku z tym na ekranie nie obserwujemy jednego jasnego prążka, tylko serię prążków, na przemian ciemnych i jasnych.

Doświadczenie 2 Dyfrakcja [1]

Przyrządy i materiały

jeden włos ludzki, płyta CD lub DVD, wskaźnik laserowy

Eksperyment

- Stań naprzeciwko ściany. Zachowując ostrożność przy pracy ze wskaźnikiem laserowym, skieruj wiązkę światła laserowego na powierzchnię płyty CD pod takim kątem, aby otrzymać obraz na ścianie.

Obserwacja

- Ile punktowych obrazów wiązki obserwujesz na ścianie?
- Niech dwie osoby staną naprzeciwko ściany. Jedna osoba powinna stanąć bokiem do ściany w odległości 1-2 m od niej i w wyciągniętych przed siebie rękach naciągnąć ustawiony w pozycji pionowej włos ludzki. Druga osoba, stojąc twarzą do ściany, powinna skierować wiązkę światła laserowego prostopadle do włosa i do znajdującej się za tym włosem ściany.

Obserwacja.

- Ile punktowych obrazów wiązki obserwujesz na ścianie?

Komentarz.

Światło lasera padając na wąską przeszkodę ulega ugięciu (czyli dyfrakcji). Zjawisko zachodzi dla wszystkich wielkości przeszkód, ale wyraźnie jest obserwowane dla przeszkód o rozmiarach porównywalnych z długością fali. Za przeszkodą powstają fale wtórne, które nakładają się na siebie (czyli zachodzi interferencja tych fal). Niektóre fale nakładając się na siebie, wygaszają się inne – przeciwnie – wzmacniają. W wyniku tego nakładania za przeszkodą powstaje seria jasnych i ciemnych prążków. Odległość między tymi prążkami jest tym większa im węższa przeszkoda. Mierząc odległość przeszkody od ekranu oraz przesunięcie obrazów wiązki lasera względem pierwotnego kierunku tej wiązki, możemy wyznaczyć grubość przeszkody.

Podobne zjawisko zachodzi wówczas, gdy światło pada na bardzo wąską szczelinę. Także w tym przypadku, mierząc te same, co poprzednio odległości, możemy wyznaczyć grubość szczeliny.

Można ustawić obok siebie wiele bardzo wąskich przeszkód lub szczelin – tworząc tak zwaną siatkę dyfrakcyjną. Po przepuszczeniu światła przez taką siatkę – znowu otrzymujemy obraz prążków interferencyjnych, symetrycznie ustawionych względem kierunku padania światła na siatkę dyfrakcyjną.

Płyta CD składa się z bardzo wielu rowków, odległych od siebie o ułamki mikrometra. Co prawda światło lasera nie może przejść przez płytę, ale może się od niej odbić, jak od przeszkody. Mówimy, że płyta CD jest odbiciową siatką dyfrakcyjną.

Zarówno dyfrakcja, jak i interferencja świadczą o falowej naturze światła.

PF-10: Badanie widm emisyjnych za pomocą spektroskopu pryzmatycznego

Zadanie:

Znając kąt łamiący pryzmatu $\varphi=60^\circ$ i wiedząc, że promień padający pod kątem $\alpha=45^\circ$ na ścianę pryzmatu zostaje odchylony minimalnie od kierunku pierwotnego, oblicz wartość kąta najmniejszego odchylenia oraz współczynnik załamania materiału, z którego został wykonany pryzmat.

Uwaga. Wykorzystaj fakt, że kąt odchylenia przybiera minimalną wartość, gdy kąt padania jest równy kątowi wyjścia z pryzmatu.

Doświadczenie 1 Spektroskop domowej roboty

Materiały tuba tekturowa np. z wnętrza rolki po ręcznikach papierowych, arkusz bloku technicznego, płyta CD lub plastikowy krążek chroniący płyty CD, nożyczki, taśma dwustronna, taśma przezroczysta, żyłetka



Rysunek 11 Materiały potrzebne do wykonania doświadczenia spektroskop przy użyciu płyty CD i krążka oddzielającego płyty CD.

Przygotowanie

- Na arkuszu bloku technicznego odrysowujemy dwa koła odpowiadające kształtem obu końcom rolki od ręczników papierowych (przykładamy kontur i obrysowujemy oba końce). Wycinamy z arkusza – to będą nasze dekle.
- W jednym dekle wycinamy na środku prostokąt (niezbyt szeroki, ale powinien mieć ok. 80% średnicy krążka). Przecinamy żyłetką na pół wzdłuż większego boku na mniej więcej równe części. Przyklejamy ją do dekla z wyciętym prostokątem, tak aby jej ostrza utworzyły wąską szczelinę.
- Dekiel oklejamy taśmą przezroczystą, aby stał się przepuszczalny dla światła jedynie w obszarze naszego prostokąta.
- W drugim dekle wycinamy większy prostokątny otwór. Na płycie CD zdrapujemy kawałek brzegu, przyklejamy taśmę i odrywamy ją razem z farbą. Tak z płyty CD pozbywamy się wierzchniej warstwy farby. Jeśli używamy krążka chroniącego płyty CD, wierzchniej warstwy już na nim nie ma.
- Z plastikowego krążka wycinamy prostokąt o wymiarach większych niż ten wycięty w dekle. Będzie to nasza siatka dyfrakcyjna.
- Przyklejamy go do dekla za pomocą taśmy, tak aby zasłonił cały prostokąt. Tak jak przy pierwszym dekle i ten oklejamy przezroczystą taśmą, aby stał się przepuszczalny dla światła jedynie w obszarze naszego prostokąta.
- Aby zmontować spektroskop, do jednego z końca rolki przyklejamy szczelnie naszą siatkę dyfrakcyjną.
- Patrząc na żarówkę od strony siatki, przykładamy szczelinę do drugiego końca rolki. Obracając dekiel ze szczeliną, ustalamy pozycję, w której kierunek linii siatki jest równoległy do szczeliny – przy takiej orientacji widmo jest widoczne najwyraźniej. Przy pomocy taśmy przytwierdzamy dekiel do tuby. Nasz spektroskop jest już gotowy.



Rysunek 12 Gotowy spektroskop z widokiem na szczelinę wykonaną z żyletki (po lewo) oraz z widokiem na siatkę dyfrakcyjną (po prawo).

Eksperyment:

Gdy patrzymy na źródło światła, obserwujemy widmo światła białego. W zależności od rodzaju światła możemy obserwować różny kształt widma, np. widmo żarówki energooszczędnej ma wyraźne linie widmowe, żarówka klasyczna ma widmo ciągłe.

Wyjaśnienie:

Światło przechodząc przez siatkę dyfrakcyjną (płytkę z płyty CD) ulega zjawisku dyfrakcji i interferencji. Dzięki temu docierające do nas rozszczerzone światło widzimy w postaci widma.

Literatura:

- [1] Dagmara Sokołowska Pakiet 1 *Fizyka w Domu* Projekt FENIKS
- [2] R.J. Brown, *200 doświadczeń dla dzieci*, Pruszyński i S-ka, Warszawa 2001
- [3] Witold Zawadzki Pakiet 9 *Ładunki, prądy, magnesy* Projekt FENIKS
- [4] Władysława Sikora, Jacek Bieroń, Pakiet 4 *Światło, dźwięk, powietrze, próżnia*, Projekt Feniks