



LABORATORIUM FIZYKI - dydaktyczne Katedra Matematyki i Fizyki

Lokalizacja: **budynek C sale 5.18 -5.23**
Kierownik laboratorium: **dr hab. Medard Makrenek, prof. PŚk**
Osoba do kontaktu: **mgr Wojciech Wolak**
tel.: **41 34-24-384**
email: **fizww@tu.kielce.pl**

➤ *Informacja nt. wyposażenia laboratorium*

Na wyposażeniu **laboratorium fizyki** znajdują się zestawy ćwiczeniowe:

- Wyznaczenie przyspieszenia ziemskiego - wahadło Katera,
- Wyznaczenie C_p/C_v – sprężarka, pojemnik z otwartym manometrem cieczowymi,
- Izolacyjność cieplna przegród zewnętrznych - Greenhouse,
- Wyznaczenie modułu Younga - stojak z manometrem tensometrycznym,
- Prawo Archimedes'a i siła wyporu – zlewki, waga laboratoryjna,
- Beztłokowy silnik termodynamiczny – kanał wodny, model łódki ze spiralą,
- Badanie własności hallotronu, wyznaczenie stałej Halla – zestaw z elektromagnesem zasilacze prądowe, miernik V i A,
- Badanie pętli histerezy magnetycznej ferromagnetyków – oscyloskop, próbki,
- Wyznaczenie apertury numerycznej światłowodów – światłowód, mierniki,
- Rezonans w obwodach elektrycznych – generator, oscyloskop, mierniki,
- Badanie praw elektrolizy Faradaya – waga laboratoryjna, zlewki, zasilacz, mierniki,
- Wyznaczenie prędkości dźwięku – generator, głośnik, mikrofon, oscyloskop,
- Wyznaczenie współczynnika załamania światła – mikroskop optyczny,
- Badanie widm emisyjnych za pomocą spektroskopu - spektroskop przyrządowy, lampy spektralne (Na, Cd, Zn, Hg) oraz rurki Geisslera (He, Ne),
- Wyznaczenie stałej siatki dyfrakcyjnej – laser He-Ne, siatka dyfrakcyjna, ekran,
- Sprawdzanie prawa Malusa – źródło światła, polaryzator analizator, miernik,
- wyznaczanie ogniskowej soczewki i układu soczewek – soczewki, źródło światła, ekran,
- Badanie modułu fotowoltaicznego – charakterystyka prądowo-napięciowa.



Wyznaczenie przyspieszenia ziemskiego - wahadło Katera

Wahadło Katera to specjalne, odwracalne wahadło służące do precyzyjnego wyznaczania wartości przyspieszenia ziemskiego (g). Składa się z metalowego pręta z dwiema ruchomymi masami i dwoma punktami podparcia, co umożliwia zmianę osi obrotu.

Pomiar polega na wyznaczeniu okresów drgań dla obu osi obrotu i znalezieniu takiego ustawienia mas, aby okresy te były równe. Wtedy środek oscylacji i środek obrotu zamieniają się miejscami, a przyspieszenie ziemskie można obliczyć ze wzoru wynikającego z teorii wahadła matematycznego. Dzięki tej metodzie eliminowane są błędy wynikające z trudności w precyzyjnym określeniu długości wahadła.



Wahadło Katera

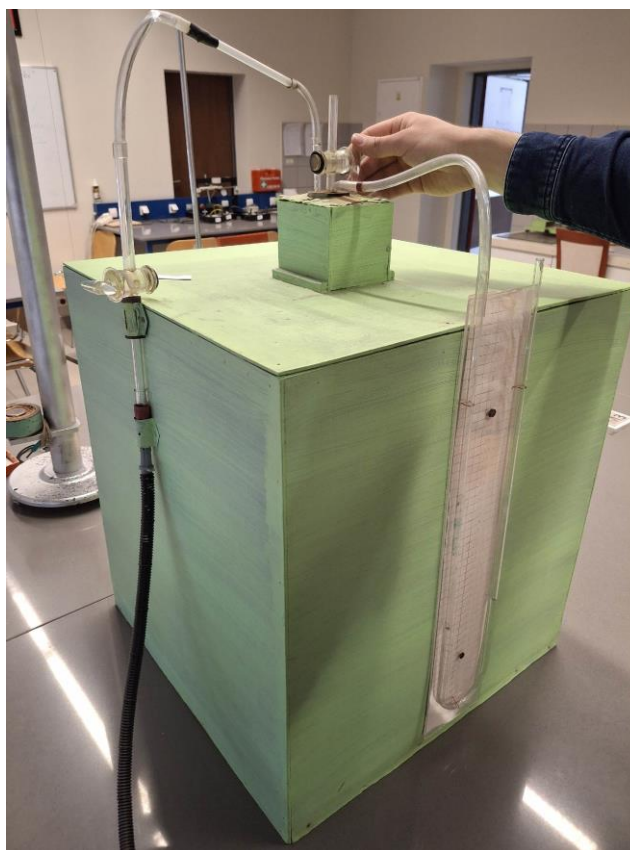
Wyznaczenie C_p/C_v – sprężarka, pojemnik z otwartym manometrem cieczowymi

Stosunek pojemności cieplnych C_p/C_v (tzw. wykładnik adiabatyczny) można wyznaczyć eksperymentalnie, wykorzystując sprężarkę, zamknięty pojemnik oraz otwarty manometr cieczowy.

W trakcie pomiaru gaz w pojemniku jest sprężany za pomocą sprężarki, co prowadzi do wzrostu ciśnienia. Następnie sprężarka jest wyłączana, a gaz rozpręża się adiabatycznie, powodując chwilowy spadek ciśnienia. Manometr cieczowy mierzy różnicę ciśnień przed i po rozprężeniu.



Stosując równania termodynamiki adiabatycznej, można wyznaczyć wartość C_p/C_v na podstawie relacji między ciśnieniem początkowym i minimalnym ciśnieniem osiągniętym po rozprężeniu. Metoda ta pozwala na określenie wykładnika adiabatycznego dla różnych gazów, co ma zastosowanie w termodynamice technicznej i badaniach właściwości gazów.



Pomiar C_p/C_v

Izolacyjność cieplna przegród zewnętrznych - Greenhouse

Izolacyjność cieplna przegród zewnętrznych wpływa na efektywność energetyczną budynków, ograniczając straty ciepła. Efekt Greenhouse polega na przepuszczaniu promieniowania ciepłego przez przegrody (np. szyby) i zatrzymywaniu ciepła wewnątrz.

W eksperymencie mierzymy izolacyjność cieplną różnych materiałów: szkła, styropianu i sklejki drewnianej. Porównując ich właściwości, oceniamy, które najlepiej ograniczają przenikanie ciepła. Współczynnik U określa skuteczność izolacji – im niższa jego wartość, tym lepsza ochrona termiczna.



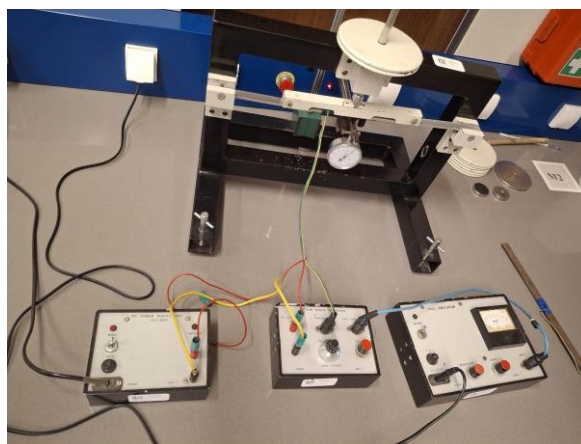
Zestaw Greenhouse

Wyznaczenie modułu Younga – stojak z manometrem tensometrycznym

Moduł Younga (E) określa sprężystość materiału i opisuje jego zdolność do odkształceń pod wpływem sił zewnętrznych. Można go wyznaczyć eksperymentalnie, wykorzystując stojak z próbką w kształcie płaskownika oraz manometrem i czujnikiem tensometrycznym.

W pomiarze próbka materiału jest mocowana w stojaku i poddawana działaniu siły, powodującej jej odkształcenie. Moduł Younga (E) określa sprężystość materiału i opisuje jego zdolność do odkształceń pod wpływem sił zewnętrznych. Na podstawie zależności między naprężeniem (σ) a odkształceniem względnym (ϵ) można wyznaczyć moduł E zgodnie z równaniem:

Pomiar pozwala na określenie liniowej zależności między naprężeniem, a odkształceniem w zakresie sprężystym, co umożliwia dokładne wyznaczenie modułu Younga.



Wyznaczenie modułu Younga

Prawo Archimedesesa i siła wyporu – zlewki, waga laboratoryjna

Na ciało zanurzone w cieczy działa siła wyporu równa ciężarowi wypartej cieczy. Do eksperymentalnego potwierdzenia tej zasady wykorzystuje się zlewki, wagę laboratoryjną oraz ciało stałe o znanej objętości.

Pomiar polega na zważeniu ciała w powietrzu, a następnie po zanurzeniu go w cieczy. Różnica wskazań wagi odpowiada sile wyporu. Znając gęstość cieczy i objętość zanurzonego ciała, można zweryfikować zgodność wyniku z prawem Archimedesesa. Metoda ta pozwala na określenie gęstości ciał oraz analizę wpływu wyporu na różne materiały.



Wyznaczenie siły wyporu



Beztłokowy silnik termodynamiczny – kanał wodny, model łódki ze spiralą, źródło ciepła

Beztłokowy silnik termodynamiczny działa na zasadzie cyklicznego podgrzewania i schładzania cieczy, co powoduje jej przepływ i napędza układ. W eksperymencie wykorzystuje się model łódki z rurką w kształcie spirali, kanał wodny oraz źródło ciepła.

Podgrzanie cieczy w spiralnej rurce powoduje jej unoszenie się ku górze. Przemieszczająca się gorąca woda zasysa zimną wodę, która następnie jest podgrzewana. Ostatecznie gorąca woda zostaje wyrzucona na zewnątrz. Napęd ten powstaje na skutek pędu wyrzucanej gorącej wody. Model ten ilustruje zamianę energii cieplnej na energię mechaniczną.

Badanie własności hallotronu, wyznaczenie stałej Halla – zestaw z elektromagnesem, zasilacz prądowy, miernik V i A

Badanie własności hallotronu polega na pomiarze napięcia Halla w materiale przewodzącym, który znajduje się w polu magnetycznym. W eksperymencie wykorzystuje się elektromagnes do generowania pola magnetycznego, zasilacz prądowy do utrzymania stałego prądu oraz mierniki napięcia (V) i prądu (A) do rejestrowania wyników.

Pod wpływem pola magnetycznego na nośniki ładunku w materiale działa siła Lorenza, która powoduje powstanie napięcia Halla prostopadłego do kierunku prądu i pola magnetycznego. Mierząc to napięcie oraz znając wartości prądu i pola magnetycznego, można obliczyć stałą Halla, która zależy od rodzaju materiału oraz jego nośników ładunku.

Metoda ta pozwala na badanie własności magnetycznych materiałów oraz wyznaczenie ich koncentracji nośników ładunku, a także stosowana jest w technologii czujników Halla.



Badanie właściwości hallotronu

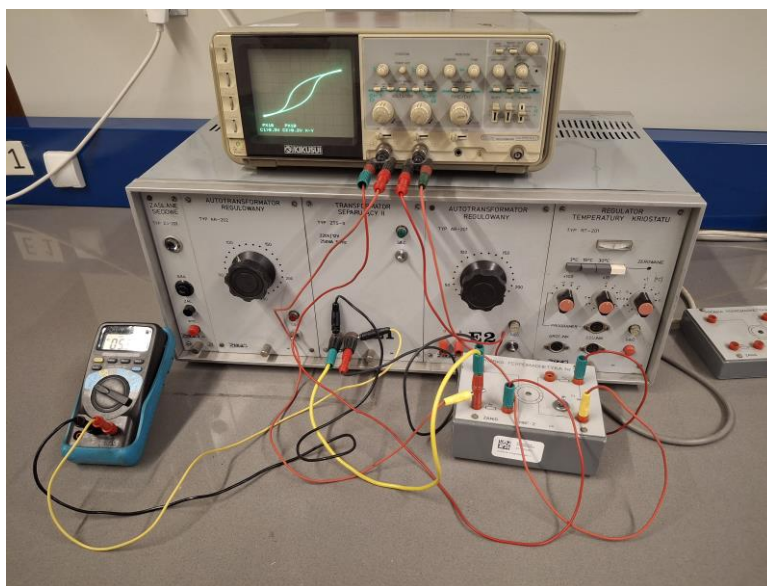


Badanie pętli histerezy magnetycznej ferromagnetyków – oscyloskop, próbki

Badanie pętli histerezy magnetycznej ferromagnetyków polega na analizie zależności między indukcją magnetyczną (B), a natężeniem pola magnetycznego (H) dla materiału ferromagnetycznego. W eksperymencie wykorzystuje się oscyloskop, który rejestruje zmiany B i H dla wybranych próbek z materiałów ferromagnetycznych, takich jak żelazo czy stal.

Pętla histerezy powstaje, gdy materiał jest cyklicznie magnetyzowany przez zmienne pole magnetyczne. Zmieniając natężenie pola H , obserwuje się zmiany w indukcji B , co pozwala uzyskać charakterystyczną pętlę histerezy. W trakcie tego procesu materiał przechodzi przez stany nasycenia magnetycznego i namagnesowania odwrotnego, co pozwala określić podstawowe właściwości badanego materiału.

Badanie pętli histerezy umożliwia ocenę właściwości magnetycznych materiałów ferromagnetycznych, co jest istotne w projektowaniu magnesów, silników elektrycznych oraz transformatorów.



Badanie pętli histerezy

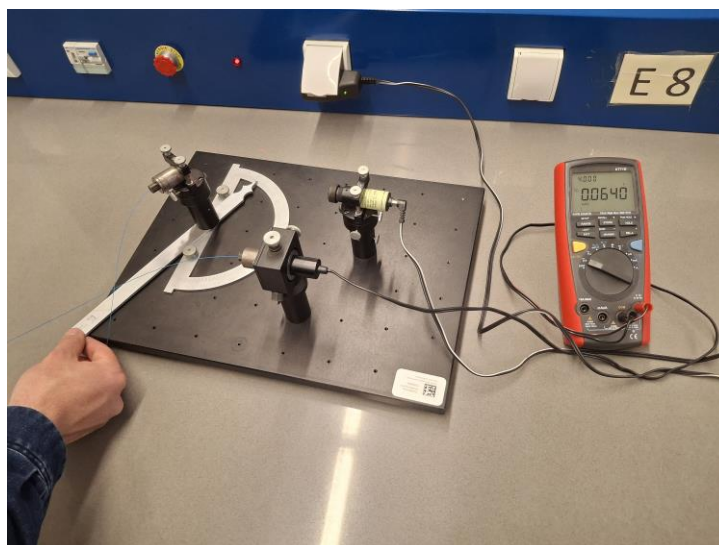
Wyznaczenie apertury numerycznej światłowodów – światłowód, mierniki

Apertura numeryczna (NA) światłowodu określa zdolność do zbierania i transmitowania światła w danym światłowodzie. Wyznaczenie tej apertury pozwala ocenić, jak efektywnie światłowód może kierować światło w swoim rdzeniu. Aby ją zmierzyć, wykorzystuje się specjalny światłowód oraz odpowiednie mierniki, takie jak mierniki intensywności światła.



W eksperymencie do wyznaczenia apertury numerycznej stosuje się źródło światła, które wprowadza promieniowanie do rdzenia światłowodu pod różnymi kątami. Następnie mierzy się intensywność światła wychodzącego z światłowodu oraz jego kąt rozbieżności

Pomiar apertury numerycznej jest istotny w projektowaniu systemów światłowodowych.

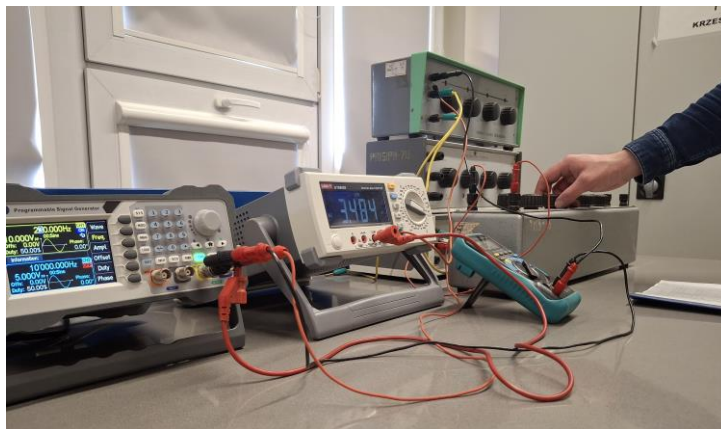


Wyznaczenie apertury numerycznej światłowodów

Rezonans w obwodach elektrycznych – generator, oscyloskop, mierniki

Rezonans w obwodach elektrycznych występuje, gdy częstotliwość sygnału zasilającego obwód LC (czyli obwód składający się z induktora i kondensatora) równa się częstotliwości rezonansowej obwodu. W tym momencie impedancja obwodu osiąga minimum (dla obwodu szeregowego) lub maksimum (dla obwodu równoległego), a prąd osiąga maksymalną wartość.

Badanie rezonansu w obwodach elektrycznych ma szerokie zastosowanie w inżynierii elektronicznej, w tym w obwodach filtrujących, oscylatorach czy też w komunikacji radiowej.



Rezonans w obwodach elektrycznych

Badanie praw elektrolizy Faradaya – waga laboratoryjna, zlewki, zasilacz, mierniki

Badanie praw elektrolizy Faradaya polega na zbadaniu zależności między ilością wydzielającej się substancji na elektrodzie a ilością przepływającego prądu oraz czasem trwania elektrolizy. Prawa elektrolizy Faradaya opisują, że ilość substancji wydzielającej się w procesie elektrolizy jest proporcjonalna do ładunku elektrycznego, który przepłynął przez elektrody.

W eksperymencie wykorzystuje się wagę laboratoryjną do pomiaru masy wydzielającej się substancji, zlewki do przeprowadzenia reakcji elektrolitycznej, zasilacz do dostarczenia stałego prądu oraz mierniki do kontroli napięcia i natężenia prądu.

Badanie to pozwala na zweryfikowanie praw elektrolizy oraz obliczenie stałej Faradaya, co ma zastosowanie w elektrotechnice i chemii analitycznej.



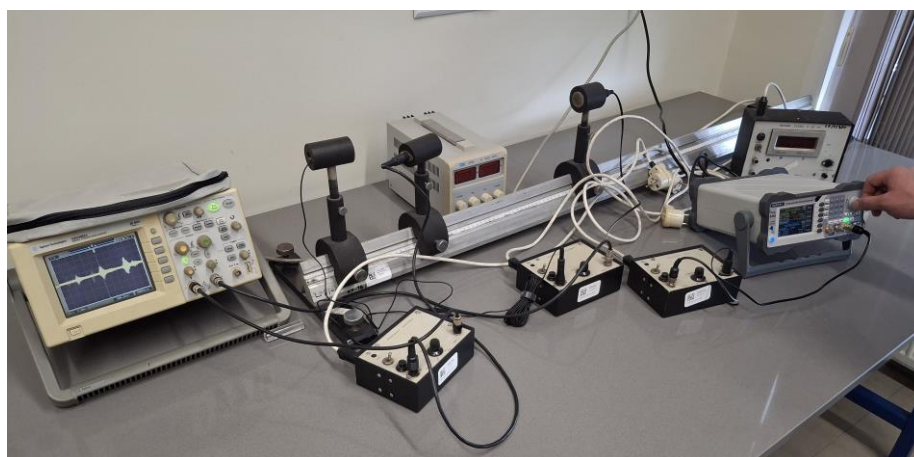
Sprawdzenie praw elektrolizy

Wyznaczenie prędkości dźwięku – generator, głośnik, mikrofon, oscyloskop

Wyznaczanie prędkości dźwięku polega na pomiarze czasu, jaki potrzebuje fala dźwiękowa, aby przebyć określoną odległość w powietrzu. Do tego celu wykorzystuje się generator, głośnik, mikrofon oraz oscyloskop.

W eksperymencie generator wytwarza sygnał o stałej częstotliwości, który jest przekazywany do głośnika. Głośnik emituje falę dźwiękową, która przemieszcza się w powietrzu, a mikrofon rejestruje moment dotarcia fali do jego lokalizacji. Oscyloskop służy do dokładnego zmierzenia opóźnienia między wysłaniem sygnału a jego detekcją przez mikrofon.

Pomiar ten pozwala na dokładne wyznaczenie prędkości dźwięku w powietrzu, co jest istotne w różnych dziedzinach nauki, inżynierii dźwięku oraz akustyce.





Prędkość dźwięku

Wyznaczenie współczynnika załamania światła – mikroskop optyczny

Aby wyznaczyć współczynnik załamania światła materiału, stosuje się mikroskop optyczny oraz próbki o znanej grubości. Proces polega na pomiarze ostrości obrazu na powierzchni próbki oraz na jej spodniej powierzchni, co pozwala na obliczenie tzw. "grubości pozornej".

Podczas eksperymentu światło przechodzi przez materiał, a jego obraz jest obserwowany na dwóch powierzchniach – górnej i dolnej. Zmiana ostrości obrazu spowodowana załamaniem światła na powierzchni materiału pozwala określić różnicę między grubością rzeczywistą, a grubością pozorną próbki.

Znając grubość rzeczywistą próbki oraz pomiar grubości pozornej, można wyznaczyć współczynnik załamania (n) materiału.

Metoda ta pozwala na dokładne wyznaczenie współczynnika załamania światła materiału i jest wykorzystywana w optyce do badania właściwości materiałów, takich jak szkło czy tworzywa sztuczne.



Wyznaczenie współczynnika załamania światła dla płytki płasko-równoległej

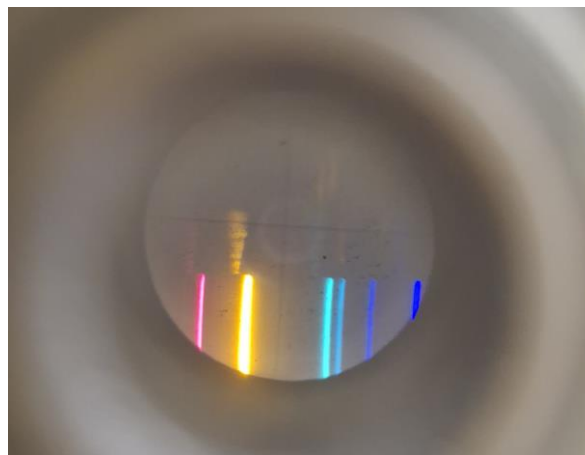


Badanie widm emisyjnych za pomocą spektroskopu – spektroskop przyzmatyczny, lampy spektralne (Na, Cd, Zn, Hg) oraz rurki Geisslera (He, Ne)

Badanie widm emisyjnych polega na analizie światła emitowanego przez różne pierwiastki lub związki chemiczne po ich poddaniu ekscytacji, np. przez podgrzanie lub przepuszczenie prądu elektrycznego. Do tego celu wykorzystuje się spektroskop przyzmatyczny, który rozszczepia światło na poszczególne długości fal, umożliwiając obserwację charakterystycznych widm emisyjnych.

W eksperymencie wykorzystuje się lampy spektralne, takie jak lampy sodowe (Na), kadmowe (Cd), cynkowe (Zn) i rtęciowe (Hg), które emitują światło o określonych długościach fal charakterystycznych dla danego pierwiastka. Dodatkowo, do badania gazów szlachetnych, stosuje się rurki Geisslera wypełnione gazami, takimi jak hel (He) i neon (Ne), które również emitują światło o specyficznych widmach.

Badanie widm emisyjnych ma znaczenie w wielu dziedzinach nauki i przemysłu, takich jak analiza składu chemicznego, spektroskopia astronomiczna czy technologia lamp wyładowczych.



Badanie widm emisyjnych

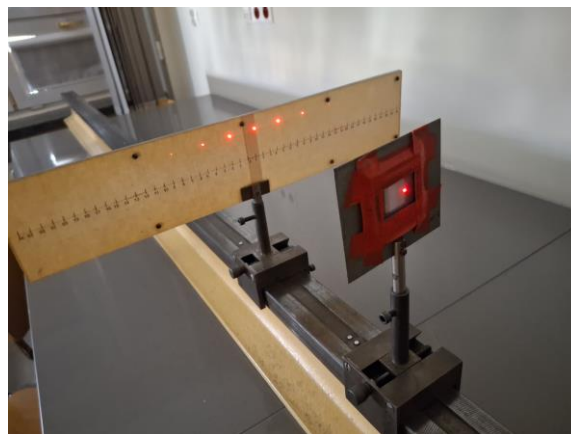
Wyznaczenie stałej siatki dyfrakcyjnej – laser He-Ne, siatka dyfrakcyjna, ekran

Wyznaczanie stałej siatki dyfrakcyjnej polega na pomiarze kątów dyfrakcji światła, które pada na siatkę dyfrakcyjną. Siatka dyfrakcyjna jest elementem optycznym zawierającym setki lub tysiące równoległych linii, które powodują rozszczepienie światła na różne kąty. Zjawisko to jest wykorzystywane do określenia stałej siatki, czyli odległości między kolejnymi liniami siatki.



W eksperymencie wykorzystuje się laser He-Ne, który emituje światło o określonej długości fali, siatkę dyfrakcyjną i ekran do obserwacji wyniku. Światło lasera pada na siatkę dyfrakcyjną, a na ekranie pojawiają się obrazy (miejsca), w których światło zostało rozszczepione na różne kąty. Na ekranie obserwuje się zjawisko dyfrakcji, a dokładniej wyznacza się kąty, pod jakimi powstają poszczególne maksima intensywności światła.

Mierząc kąty dyfrakcji oraz znając długość fali lasera, można obliczyć stałą siatki dyfrakcyjnej. Metoda ta znajduje zastosowanie w badaniach optycznych, spektroskopii, a także w technologii optycznej, np. w produkcji elementów optycznych.



Zestaw do wyznaczenia stałej siatki dyfrakcyjnej

Sprawdzenie prawa Malusa – źródło światła, polaryzator, analizator, miernik

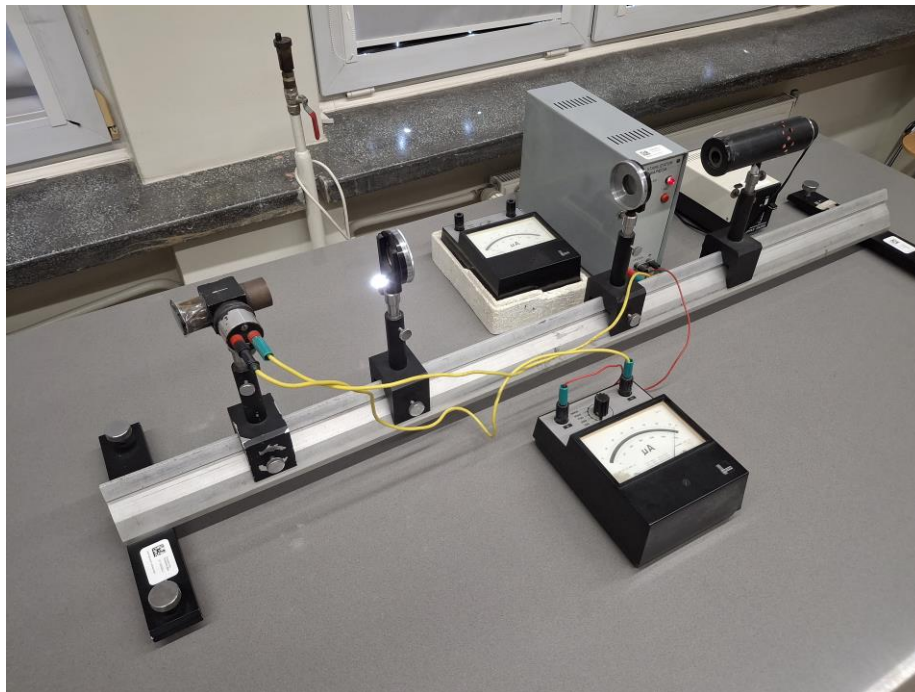
Prawo Malusa opisuje zależność intensywności światła po przejściu przez polaryzator i analizator. Zgodnie z tym prawem, intensywność światła wychodzącego z analizatora zależy od kąta między osią polaryzacji światła a osią polaryzatora/analizatora.

W eksperymencie wykorzystuje się źródło światła, polaryzator, analizator oraz miernik intensywności światła. Źródło światła emituje światło niepolaryzowane, które następnie przechodzi przez polaryzator. Polaryzator polaryzuje światło, ustawiając je w określoną oś polaryzacji. Po przejściu przez polaryzator, światło trafia na analizator, którego kąt ustawienia względem osi polaryzacji światła może być zmieniany.

Podczas eksperymentu zmienia się kąt analizatora i mierzy się zmiany w intensywności światła. Wyniki eksperymentu powinny potwierdzić zgodność z prawem Malusa, czyli kwadratową zależność intensywności od kosinusa kąta.



Metoda ta jest wykorzystywana w badaniach polaryzacji światła, optyce, a także w różnych technologiach, takich jak filtrowanie i analizowanie światła w systemach optycznych.



Zestaw sprawdzający prawo Malusa

Wyznaczanie ogniskowej soczewki i układu soczewek – soczewki, źródło światła, ekran

Wyznaczanie ogniskowej soczewki polega na określeniu odległości od soczewki do jej ogniska, czyli punktu, w którym równoległe promienie światła skupiają się po przejściu przez soczewkę. W eksperymencie wykorzystuje się soczewki (w tym także układy soczewek), źródło światła oraz ekran do obserwacji obrazu.

W przypadku soczewki skupiającej, eksperyment polega na ustawieniu soczewki w taki sposób, aby równoległe promienie światła (np. ze źródła światła) przechodziły przez soczewkę i tworzyły obraz na ekranie. W przypadku układu soczewek, ogniskowa układu zależy od ogniskowych poszczególnych soczewek, które są połączone w układ.

Eksperyment ten jest szeroko stosowany w optyce, zarówno do badania właściwości soczewek, jak i do określania parametrów układów optycznych, takich jak mikroskopy czy teleskopy.



Badanie modułu fotowoltaicznego – charakterystyka prądowo-napięciowa.

Podstawowym komponentem jest moduł fotowoltaiczny (panel słoneczny), który przekształca energię promieniowania słonecznego w energię elektryczną. Do regulacji i pomiaru parametrów elektrycznych niezbędne są mierniki napięcia i natężenia prądu, zazwyczaj w postaci multimetru cyfrowego lub zestawu czujników współpracujących z systemem akwizycji danych.

Ważnym elementem zestawu jest także regulowane źródło światła, np. lampa halogenowa lub LED, które umożliwia kontrolowane naświetlanie modułu w warunkach laboratoryjnych. Do rejestrowania charakterystyki prądowo-napięciowej często wykorzystuje się opornicę dekadową lub elektroniczne obciążenie, które pozwala na zmianę obciążenia modułu i analizę jego pracy w różnych warunkach.



Zestaw do badania paneli fotowoltaicznych

➤ **Oferta dydaktyczna:**

prowadzenie zajęć laboratoryjnych przewidzianych w programach kształcenia studentów Politechniki Świętokrzyskiej;