

# Pracownia I R

**Koordinacja:** Piotr Fita

**Obsługa techniczna:**

Piotr Gortatewicz (prac. fizyczna)

Tomasz Kołodziejczyk, Andrzej Grodzki (prac. elektroniczna)

**<http://pin.fuw.edu.pl>**

# Cele pracowni

1. Zapoznanie studentów z podstawowymi przyrządami i procedurami eksperymentalnymi, w tym z rachunkiem niepewności pomiarowych.
2. WYROBIENIE nawyku pisania jasnych sprawozdań oraz sprawnego przeprowadzania testów laboratoryjnych.
3. Ułatwienie studentom świadomego wyboru dalszej drogi studiów.

# Procedura

- Zgłoszenie się na pracowni (I piętro)
- Oddanie opisu *oraz notatek z pomiarów* („kartka z pieczętką”)
- Pobranie papieru na bieżące ćwiczenie
- Udanie się do sali, rozpoznanie aparatury i oczekiwanie na asystenta
- „Wejściówka” – sprawdzenie przygotowania przez asystenta (ustne lub kartkówka) – **ocena negatywna oznacza konieczność powtórzenia ćwiczenia**
- Po zakończeniu ćwiczenia: konsultacje ws. poprzednich opisów

# Organizacja

- Początek 9:15 (gr. I) lub 12:15 (grupa II) – o tej godzinie należy być w sali!
- Spóźnienie oznacza nieobecność
- Przydział ćwiczeń w arkuszu google na stronie Pracowni I R
- opuszczenie terminu nie przesuwają ćwiczeń, może być przydzielone inne ćwiczenie niż opuszczone

# Zaliczenie formalne

- 10 tygodni zajęć (ćwiczenia 1 lub 2 tygodniowe)
- Nieobecność na zajęciach musi zostać odrobiona
- Ocena końcowa: średnia arytmetyczna ocen z ćwiczeń

# Etapy ćwiczenia

1. Przygotowanie w domu
  - teoria oraz przemyślenie pkt. 2
2. Wykonanie pomiarów
  - W porozumieniu z asystentem oraz zebranie informacji o potrzebnych wynikach pkt. 3
3. Opracowanie wyników
  - przygotowanie wykresów i rysunku układu
4. Pisanie raportu
5. Konsultacja raportu z asystentem
  - wskazanie błędów lub niedociągnięć
6. Poprawa raportu, jeśli wymagana przez asystenta

# Przygotowanie - 20%

- Przeczytanie instrukcji ze zrozumieniem (zapewne więcej niż raz!)
- Rozwiązanie zadań domowych,
- Opracowanie zagadnień które należy przygotować zgodnie z instrukcją/wymaganiami asystenta (**mogą być wysłane przez asystenta mailem!**),
- Przygotowanie wykresów itp. na drugi tydzień ćwiczenia (jeśli dotyczy).
- **Ocena negatywna = niedopuszczenie do ćwiczenia**

# Wykonanie - 20%

- sensowność montażu układu
- strategia: przemyślany sposób mierzenia
- jakość zebranych danych pomiarowych

Wykonanie jest bezpośrednio związane z przygotowaniem – łączna ocena przez asystenta



# Streszczenie - 3%

istota ćwiczenia (1), wynik (1), niepewność (1)

**1. Tytuł, imię i nazwisko autora**

**2. Streszczenie**

(Nie więcej niż 2- 3 zdania!)

np. Wyznaczono prędkość dźwięku w powietrzu metodą czasu przelotu

pomiaru długości fali.

Otrzymano wyniki:

$$v = \dots \pm \dots \text{ m/s}$$

$$v = \dots \pm \dots \text{ m/s}$$

Różnica pomiędzy wynikami a) i b) przekraczająca  $3\sigma$  jest prawdopodobnie spowodowana błędem w pomiarze częstości.

# Pomiar dwójłomności miki

**Imię Nazwisko**

26.05.2012

## **Streszczenie**

Celem ćwiczenia był pomiar dwójłomności miki na podstawie pomiarów polaryzacji światła przed i po przejściu przez cienką płytkę tego minerału. Zmierzone napięcie nasycenia fotodiody wynosi  $10,41 \pm 0,23\text{V}$ . Mierzona w pierwszej części płytkę miała grubość  $d = 0,05\text{mm}$ . Dla czerwonego lasera uzyskałem przesunięcie fazowe wynoszące  $\Delta = 1,6303 \pm 0,0033\text{rad}$ , co pozwala na wyznaczenie dwójłomności miki, która wynosi tu  $(n_e - n_o) = -0,0034$ . Dla zielonego lasera otrzymałem przesunięcie fazowe wynoszące  $\Delta = 1,6135 \pm 0,0021\text{rad}$  oraz dwójłomność  $(n_e - n_o) = -0,0027$ . Dla diody i grubszej płytki  $0,37\text{mm}$  można było zaobserwować, że jest ona półfalówką i przy zamianie konfiguracji polaryzatorów z równoległych na prostopadłe następowało przesunięcie w fazie o  $\frac{\pi}{2}$ . Wyznaczona dla tego przypadku dwójłomność wynosi  $(n_e - n_o) = -0,0008$ .

# Wstęp 15%

Pierwszy akapit wyjaśnia cel ćwiczenia i nazywa zastosowane metody. (1-3 zdania)

## 2a. Model teoretyczny (8pkt)

Należy nazwać i podać stosowne wzory z krótkim komentarzem. Nie należy przepisywać instrukcji do ćwiczenia ani podręczników.

np. Będę korzystać z następującego wzoru:  $v=s/t$  gdzie:

v- prędkość dźwięku

s- odległość pomiędzy odbiornikiem i nadajnikiem

t- czas przelotu

## 2b. Opis układu doświadczalnego (7pkt)

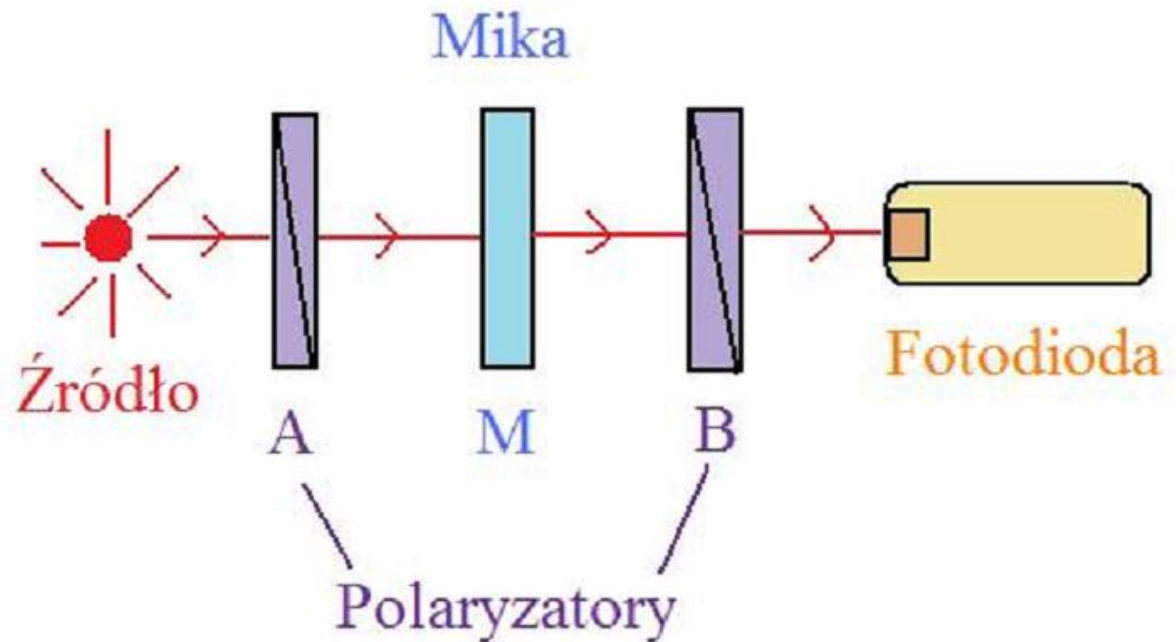
schematyczny rysunek układu pomiarowego wraz z uzasadnieniem, dlaczego z wykorzystaniem takiego układu można zrealizować cel ćwiczenia.

Elementy rysunku muszą być podpisane.

np. Zmontowano układ przedstawiony na rys 1, gdzie A oznacza ..., B oznacza ....., itd. Dzięki zwiększaniu długości struny przez przesuwanie uchwyty C można sprawdzić, że ....

# Dobry rysunek

jasne co jest czym  
oddaje funkcje układu



Rysunek 1: Schemat układu pomiarowego

# Opis przebiegu ćwiczenia 10%

- procedura ustawienia
- procedura(y) pomiaru

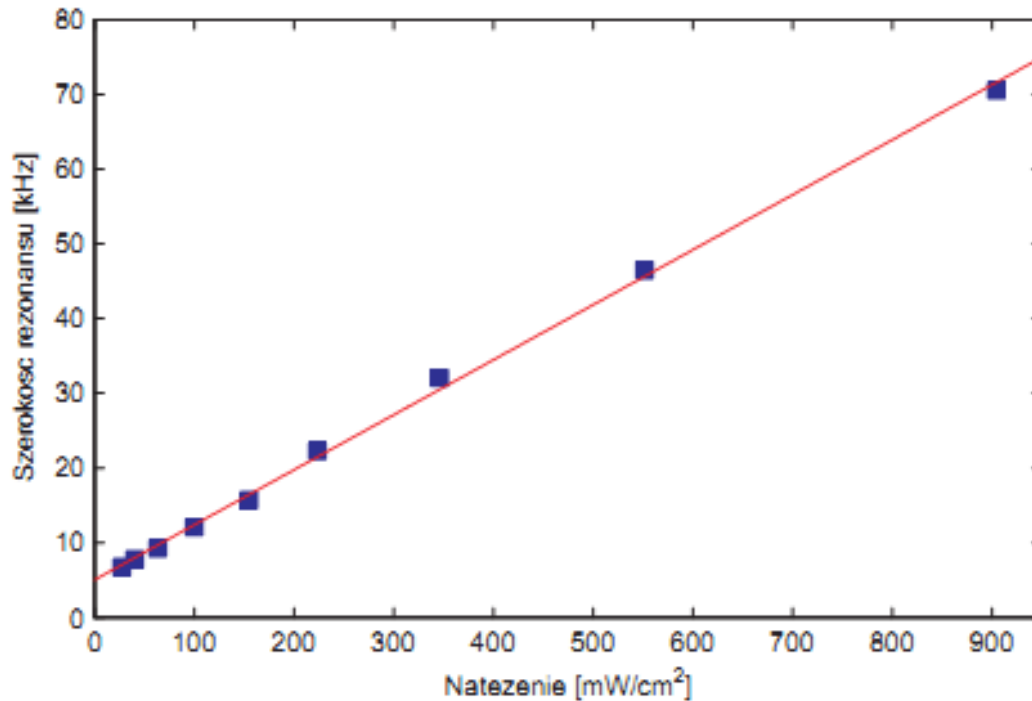
Np.: w celu obserwacji kolejnych harmoniczných częstości podstawowej, zwiększano częstotliwość pobudzania w zakresie ... itd. Następnie badano zależność częstości podstawowej od naprężenia struny zwiększając...

Poprawny opis zwiększa szanse zrozumienia

# Prezentacja wyników 20%

- Opis sposobu opracowania danych (5)
- Wykresy (5)
- Dopasowania (5)
- Rachunek niepewności, zaznaczanie niepewności na wykresach (5)

# Wykresy



Rysunek 2.10: Zależność szerokości rezonansu od natężenia światła  $I$ . Dopasowałem zależność liniową  $\delta\nu = 0.074 \text{ kHz} \cdot \text{cm}^2/\text{mW } I + 5 \text{ kHz}$ .

- Jednostki na osiach
- Podpis pod rysunkiem (nie tytuł nad!)
- Oznaczenia zgodne z tekstem

# Dyskusja 10%

- **niepewności pomiarów (5pkt)**
  - Prześledzić propagację niepewności od pomiaru do wyniku – co ma największy wpływ?
  - Czy rachunek coś pominął?
- **dyskusja wyników (5pkt)**
  - porównanie wyniku z przewidywaniami teoretycznymi i danymi tablicowymi (proszę podać źródło takich danych - o ile są dostępne).



# Literatura 2%

- Punkty za użycie odwołań w tekście
- Odwołania w kolejności występowania

[1] Instrukcja do ćwiczenia

# Analiza niepewności

- Wykład prof. Majhofer
- Zdrowy rozsądek
- Najłatwiejsza jest analiza statystyczna:
  - W miarę możliwości zebrać wyniki, do których da się dopasować funkcję
  - Wiele pomiarów i analiza statystyczna (średnia, niepewność średniej)

# Zapis wyników

$$1.2037464 \pm 0.1234933$$

- Bez sensu, już druga cyfra wyniku (2) jest niepewna, a pozostałe to losowy szum!
- Taki zapis świadczy o całkowitym niezrozumieniu istoty doświadczenia i pomiaru.

# Zaokrąglenia

Niepewność zaokrąglamy (w górę) do:

- 2 cyfr znaczących, jeśli pierwszą cyfrą jest 1:

$$0.1234933 \rightarrow 0.12$$

$$1.2334 \rightarrow 1.2$$

$$12328 \rightarrow 13000$$

$$0.00011321 \rightarrow 0.00012$$

# Zaokrąglenia

Niepewność zaokrąglamy (w górę) do:

- 1 cyfry znaczących, jeśli pierwsza cyfra  $> 1$ :

$$\mathbf{0.234933 \rightarrow 0.3}$$

$$\mathbf{2.2334 \rightarrow 3}$$

$$\mathbf{21328 \rightarrow 30000}$$

$$\mathbf{0.00051321 \rightarrow 0.0006}$$

- Można też zaokrąglić do 2 cyfr znaczących, zwłaszcza wyniki pośrednie

# Zapis wyniku

- Wynik zaokrąglamy do tej samej liczby miejsc dziesiętnych co niepewność:

$$1.2037464 \pm 0.1234933 \rightarrow 1.20 \pm 0.13$$

$$672367 \pm 12328 \rightarrow 672000 \pm 13000$$

$$0.03124 \pm 0.02659 \rightarrow 0.03 \pm 0.03$$

$$5 \pm 0.4234 \rightarrow 5.0 \pm 0.5$$

# Radzenie sobie z pracownią

- pon/wt: czytanie instrukcji, rozwiązywanie zadań domowych, konsultacje
- śr: wykonanie ćwiczenia. **Od razu** wpisanie danych do komputera i wykresy, opis przeprowadzonych czynności,
- reszta opisu, ale nie więcej niż 5h bez przerwy
- w pierwszych tygodniach opracowanie i pisanie może trwać długo: zaplanuj sobie kilka 2-4h "slotów" czasowych
- docień swoją pracę: co zrozumiałeś, czego się nauczyłeś, co sprawiło Ci przyjemność

# e-Narzędzia

- [Origin](#) – analiza danych, wykresy, dopasowania funkcji. Wydziałowa licencja sieciowa dla studentów.
- [Gnuplot](#) – wizualizacja danych, tworzenie wykresów. Alternatywa dla Origina z interfejsem użytkownika opartym o linię poleceń. Darmowy
- [SciDAVis](#) – wizualizacja danych i tworzenia wykresów – prosta darmowa alternatywa dla Origina.



# e-Narzędzia

- [Inkscape](#) – program do grafiki wektorowej, doskonały do tworzenia schematów układów pomiarowych itp. Darmowy.
- [LabVIEW](#) – graficzny język programowania, przede wszystkim do obsługi eksperymentów – komunikacja z urządzeniami pomiarowymi, akwizycja danych. Wydziałowa licencja pozwala na instalację LabVIEW na komputerach studentów na rok.

# BHP

1. Prawo do korzystania z *Pracowni technik pomiarowych i podstaw fizyki* mają wyłącznie pracownicy i studenci Wydziału Fizyki w godzinach pracy Pracowni.
2. Przyrządy oraz oprogramowanie znajdujące się na terenie *Pracowni technik pomiarowych i podstaw fizyki* mogą być wykorzystywane wyłącznie do prac związanych z wykonywanym ćwiczeniem.
3. Zabrania się rozkręcania i manipulowania przy przyrządach znajdujących się na terenie Pracowni.
  - **Pracownia Indywidualna**: działania niestandardowe w porozumieniu z asystentem

# BHP

4. Montaż układu elektronicznego należy wykonywać przy odłączonym zasilaniu.
5. Włączenie układu elektrycznego do zasilania jest możliwe po jego skontrolowaniu przez asystenta.
  - zadaj sobie pytanie: co tu może się spalić?
6. Student ma obowiązek znać położenie wyłącznika głównego obsługiwanego stanowiska pomiarowego.  
**(czerwony przełącznik na listwie)**

# BHP

7. Studenci przebywający na terenie Pracowni obowiązani są do zachowania czystości, niepalenia tytoniu i niewnoszenia do sal ćwiczeniowych artykułów spożywczych.
  - **Żeby napić się wody proszę wyjść na korytarz**
8. W ćwiczeniach z mikrofalami nie wolno zaglądać do tuby klistronu.

# BHP

9. W ćwiczeniach z laserami należy uważać na oczy, nie wolno zaglądać w tubę lasera ani oświetlać innych osób.

W ramach Pracowni I R budujemy układy optyczne z wykorzystaniem laserów.

- wiązki prowadzimy w płaszczyźnie stołu
- zdejmujemy zegarek (szybka), pierścionki itp.
- na bieżąco śledzimy odbicia
- zasłaniamy wiązki idące poza stół
- bezpieczniej pracować przy świetle

# BHP

10. Podczas ćwiczeń z komputerami odległość oczu od ekranu powinna wynosić 40-70 cm.
11. W razie zauważonego zagrożenia lub wypadku przy wykonywaniu ćwiczenia studenci powinni niezwłocznie zawiadomić prowadzącego ćwiczenia lub inną osobę będącą pracownikiem etatowym UW.
12. W postępowaniu ze źródłami promieniotwórczymi należy kierować się wskazaniem asystenta i instrukcją znajdującą się w sali ćwiczeń.
  - myć ręce

# BHP

13. W przypadku porażenia prądem należy:
- odciąć natychmiast zasilanie (wyłącznikiem głównym stanowiska pomiarowego lub sali);
  - przystąpić bezzwłocznie do udzielania pomocy;
  - powiadomić asystenta lub innego pracownika o wypadku.

# Zniszczenia

**Zniszczenie które nie było wynikiem nieszczęśliwego wypadku skutkuje wyrzuceniem z pracowni – w rażących przypadkach trwale**

- Obwody elektroniczne: uwaga na ustawienia zasilacza! Pytaj asystenta
- Optyka: nie dotykać powierzchni optycznych!
- Rozłączyło się i nie wiesz jak podłączyć? Lepiej pytaj