

Wydział	Imię i nazwisko 1. 2.		Rok	Grupa	Zespół
PRACOWNIA FIZYCZNA WFiIS AGH	Temat:				Nr ćwiczenia
Data wykonania	Data oddania	Zwrot do popr.	Data oddania	Data zaliczenia	OCENA

Ćwiczenie nr 0: Opracowanie danych pomiarowych

Cel ćwiczenia:

Zaznajomienie się z typowymi metodami opracowania danych pomiarowych przy wykorzystaniu wyników pomiarów dla wahadła prostego

Wahadło proste jest, jak wskazuje jego nazwa, układem mechanicznym charakteryzującym się prostotą tak eksperymentu jak i opisu teoretycznego. Dlatego nadaje się dobrze na ćwiczenie wprowadzające (zerowe), mające na celu poznanie podstawowych metod opracowania danych pomiarowych. Interpretacja wyników opiera się na równaniu określającym okres drgań T jako funkcję długości wahadła l oraz przyspieszenia ziemskiego g ,

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} . \quad (\text{w1})$$

Wzór ten jest słuszny, jeżeli wychylenie ciężarka z położenia równowagi jest małe.

Wahadło umożliwia uzyskanie danych eksperymentalnych, na przykładzie których można poznać typowe metody ich opracowania, a to:

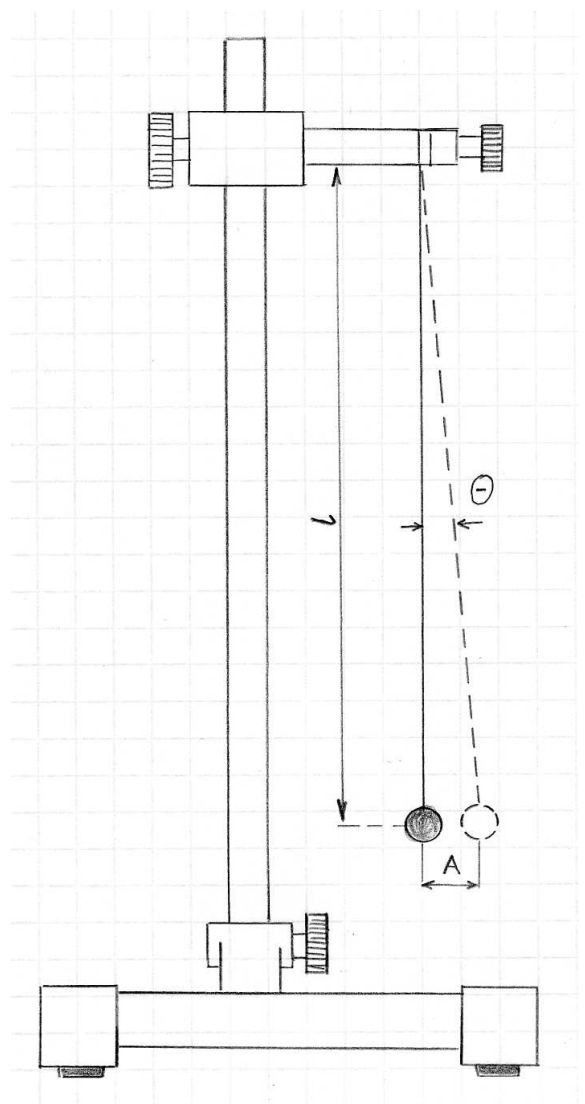
- odrzucanie wyników obarczonych błędem grubym
- ocena niepewności pomiaru typu A
- ocena niepewności pomiaru typu B
- prawo przenoszenia niepewności
- obliczanie niepewności rozszerzonej
- jej zastosowanie do oceny zgodności z wartością dokładną
- wykonywanie wykresów
- linearyzacja nieliniowych zależności funkcyjnych
- dopasowanie prostej do punktów doświadczalnych

Ćwiczenie nie posiada osobnego opisu teoretycznego, bo takim jest opis metod opracowania wyników (w zakładce *pomoce dydaktyczne* na stronie www Pracowni lub rozdz. 1 skryptu). Użyte tam przykłady w dużej części dotyczą właśnie wahadła prostego.

1. Układ pomiarowy

1. Zestaw wahadła prostego (rys. w1)
2. Sekundomierz (stoper)
3. Przymiar milimetrowy (linijka)

Rys. w1. Zestaw wahadła prostego.



2. Wykonanie ćwiczenia

1. Pomiary okresu dla ustalonej długości wahadła:
 - a) Przy użyciu przymiaru milimetrowego zmierz długość wahadła rozumianą jako odległość od środka ciężarka do punktu zamocowania jego nici (rys. 1),
 - b) Wprowadź wahadło w ruch drgający o amplitudzie kątowej nie przekraczającej trzech stopni. Następnie zmierz czas $k = 20 \div 40$ okresów. Ważne jest, by uruchamiać i zatrzymywać sekundomierz w tej samej fazie ruchu (np. maksymalne wychylenie w prawo), bez zatrzymywania wahadła.
 - c) Pomiar ten powtórz dziesięciokrotnie. Liczba okresów k w kolejnych pomiarach może być taka sama, lub zmieniana w podanych wyżej granicach.

Uwaga: wahadło nie jest wyposażone w kątomierz. Przed wykonaniem pomiaru oblicz amplitudę A drgań (rys. w1) jako iloczyn długości l i kąta 3° przeliczonego na miarę łukową.

2. Pomiary zależności okresu drgań od długości wahadła.

Wykonaj kilkanaście pojedynczych pomiarów okresu (jak w pt. 1b), zmieniając długość wahadła w zakresie od około 10 cm do długości maksymalnej.

3. Wyniki pomiarów

Tabela 1. Pomiar okresu drgań przy ustalonej długości wahadła

długość wahadła $l = \dots\dots\dots$

niepewność pomiaru $u(l) = \dots\dots\dots$

Lp.	liczba okresów k	czas t dla k okresów [s]	okres $T_i = t/k$ [s]
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Tabela 2. Pomiar zależności okresu drgań od długości wahadła

Lp.	l [mm]	k	t [s]	T_i [s]	T_i^2 [s ²]
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					

4. Opracowanie wyników pomiaru

1. Oceń, czy wyniki pomiaru okresu nie zawierają błędów grubych. (Zwrócić uwagę na największą i najmniejszą wartość T_i w uzyskanym zestawie danych).
2. Oblicz niepewność pomiaru okresu (typu A).
3. Oceń niepewność pomiaru długości wahadła (typu B).
4. Na podstawie uzyskanych wartości l i T oblicz przyspieszenie ziemskie.
5. Oblicz niepewność złożoną $u_c(g)$ przy pomocy prawa przenoszenia niepewności.
6. Oblicz niepewność rozszerzoną $U(g)$.
7. Czy uzyskana wartość przyspieszenia ziemskiego jest zgodna, w granicach niepewności rozszerzonej, z wartością tabelaryczną? Dla Krakowa $g = 9,811 \text{ m/s}^2$.
8. Wykonaj wykres zależności okresu od długości wahadła $T(l)$.
9. Wykonaj wykres zlinearyzowany T^2 w funkcji l . (Taka zależność wynika z podniesienia wzoru na okres (w1) do kwadratu.)
10. Do punktów doświadczalnych dopasuj prostą typu $y = ax$, czyli przechodzącą przez początek układu współrzędnych. W zależności od zalecenia prowadzących wykorzystać metodą graficzną, obliczenia ręczne metodą najmniejszych kwadratów (wzory (1.26) i (1.27)), względnie stosowną opcję w pracownianym programie komputerowym.
11. Z otrzymanej wartości współczynnika nachylenia $a = 4\pi^2/g$ obliczyć wartość przyspieszenia ziemskiego.
12. Na podstawie uzyskanej z dopasowania niepewności $u(a)$ obliczyć niepewność $u(g)$.

Uwaga 1: Zakres wykonania ćwiczenia i opracowania danych może być zmodyfikowany przez prowadzącego zajęcia.

Uwaga 2: Rysunki i wzory w części wykonawczej są numerowane z dodatkiem litery w. Jeżeli jej nie ma, chodzi o rysunki i wzory w opisie ćwiczenia. (Powyższa uwaga dotyczy też instrukcji wykonawczych do innych ćwiczeń).