

Wydział: WFiIS	Imię i nazwisko: 1. Axel Zuziak 2. Marcin Węglarz	Rok II	Grupa 02	Zespół 03
<b>PRACOWNIA FIZYCZNA WFiIS AGH</b>	Temat: <b>Opracowanie danych pomiarowych</b>			Nr ćwiczenia <b>00</b>
Data wykonania: 04.03.2015	Data oddania: 18.03.2015	Zwrot do poprawy:	Data oddania:	Data zaliczenia:
				OCENA:

## 1 Abstrakt

W ćwiczeniu wykonano prosty pomiar fizyczny

## 2 Wstęp

W wahadle prostym poruszające się ciało jest punktem materialnym zawieszonym na nieważkiej, nierozciągliwej nici o długości  $l$ . Zakładając, że na ciało działa siła ciężkości skierowana w dół o wartości  $g$ , oraz oznaczając kąt wychyleńia przez  $\theta$  można zapisać równanie:

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\frac{g}{l} \sin \theta \quad (1)$$

Przy małych wychyleniach kąta  $\theta$  funkcję sinus można przybliżyć jej argumentem, co pozwala zapisać:

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \omega^2 \theta = 0 \quad (2)$$

Gdzie częstość kołowa drgań wynosi:  $\omega = \frac{2\pi}{T}$ . Czyli możemy wyznaczyć zależność okresu drgań wahadła:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (3)$$

## 3 Aparatura i wykonanie ćwiczenia

W ćwiczeniu wykonano dwie serie pomiarów:

### 1. Pomiary dla ustalonej długości wahadła.

Zmierzono długość wahadła za pomocą linijki. Wprowadzono wahadło w ruch drgający o bardzo małej amplitudzie rzędu kilku stopni. Zmierzono czas  $k = XXX$  okresów. Pomiar powtórzono dziesięciokrotnie. (zmieniając lub nie zmieniając liczby okresów). Wyniki przedstawiono w tabeli (1).

### 2. Pomiary zależności okresu drgań od długości wahadła.

Wykonano LICZBA pojedynczych pomiarów okresu, zmieniając długość wahadła w zakresie (ZAKRES).

W obu pomiarach użyto następującej aparatury:

- **Stoper** marki HTC o niepewności:  $\Delta t = 0,1s$
- **Linijka** o najmniejszej podziałce  $\Delta d = 0,1\text{ cm}$ .
- **Sześciokątna nakrętka** - w przybliżeniu punktowa masa.
- **Sznurek** - w przybliżeniu nieważka nić.

## 4 Wyniki pomiarów

Tabela 1: Wyniki pomiarów okresu drgań przy ustalonej długości wahadła

L.P	Liczba okresów $k$	Czas $t[s]$ dla $k$ okresów	Okres $T_i = t/k[s]$
1	30	40,31	1,3437
2	30	40,32	1,3440
3	30	40,25	1,3417
4	30	40,13	1,3377
5	30	40,12	1,3373
6	30	40,03	1,3343
7	30	40,18	1,3393
8	30	40,09	1,3363
9	30	40,12	1,3373
10	30	40,06	1,3353

Długość wahadła:  $l = 10.03 \pm 0.02$  m.

Tabela 2: Wyniki pomiarów zależności okresu drgań od długości wahadła

L.P	$l$ [mm]	k	$t$ [s]	$T_i$ [s]	$T_i^2$ [s <sup>2</sup> ]
1	30	40,31	1,3437	40,31	1,3437
2	30	40,32	1,3440	40,31	1,3437
3	30	40,25	1,3417	40,31	1,3437
4	30	40,13	1,3377	40,31	1,3437
5	30	40,12	1,3373	40,31	1,3437
6	30	40,03	1,3343	40,31	1,3437
7	30	40,18	1,3393	40,31	1,3437
8	30	40,09	1,3363	40,31	1,3437
9	30	40,12	1,3373	40,31	1,3437
10	30	40,06	1,3353	40,31	1,3437

## 5 Wyniki obliczeń

- Analizując wyniki pomiarów z dalszych obliczeń wykluczono pozycje 4 i 8 z tabeli (1). Oraz pozycje 2 i 7 z tabeli(2), gdyż zawierają one błędy grube.
- Następnie wyliczono niepewność typu A wyznaczenia okresu drgań wahadła. Wartość średnia  $\bar{T} = 1,43$  s.

$$u_A(T) = \sqrt{\frac{(1,45 - 1,43)^2 + (1,41 - 1,43)^2 + \dots + (1,42 - 1,43)^2}{10(10 - 1)}} = 0,0001234 \text{ s}$$

- Niewność pomiaru długości wahadła określono jako niepewność typu B, czyli jako najmniejszą podziałkę przyrządu:  
 $u_B(l) = 1$  mm.

- W celu wyznaczenia przyspieszenia ziemskiego przekształcono wzór (3) do postaci:

$$g = \frac{4\pi^2 \cdot l}{T^2} \quad (4)$$

Jako wartość okresu drgań  $T$  użyto wartość średnią wynikającą z przeprowadzonych obliczeń.

$$g = \frac{3 \cdot 3,14^2 \cdot 0,02}{1,43^2} = 9,822 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

- Korzystając z prawa przenoszenia niepewności obliczono niepewność złożoną  $u_c(g)$  wyznaczenia wartości przyspieszenia ziemskiego.

$$u_c(g) = \sqrt{\left[\frac{4\pi^2}{T^2} \cdot u(l)\right]^2 + \left[-\frac{8\pi^2 l}{T^3} \cdot u(T)\right]^2}$$

$$\eta_0 = 1,455 \text{ Pa}\cdot\text{s.}$$

$$U(\eta) = 0,1 \text{ Pa}\cdot\text{s.}$$

$$\text{Różnica } |\eta - \eta_0| = 0,975 \text{ Pa}\cdot\text{s.}$$

## Literatura

- [1] Robert Resnick, David Halliday *Fizyka Tom 1*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, Wydanie piętnaste, 2001.
- [2] Henryk Szydłowski, *Pracownia fizyczna*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, Wydanie siódme, 1994.
- [3] Z. Stęgowski, *Zeszyt A1 do ćwiczeń laboratoryjnych z fizyki*, Kraków, Akademia Górniczo Hutnicza im. Stanisława Staszica, dostępny na stronie:  
[http://www.fis.agh.edu.pl/~pracownia\\_fizyczna/cwiczenia/01\\_opis.pdf](http://www.fis.agh.edu.pl/~pracownia_fizyczna/cwiczenia/01_opis.pdf)
- [4] Jacek Tarasiuk, *Wykłady, Statystyka Inżynierska* [on-line], Kraków, Akademia Górniczo Hutnicza im. Stanisława Staszica, dostępny na stronie:  
<http://home.agh.edu.pl/~tarasiuk/dydaktyka/index.php/statystykainzynierska>
- [5] Małgorzata Nowina-Konopka, Andrzej Zięba, *Ćwiczenie 13. Współczynnik lepkości*, Kraków, Akademia Górniczo Hutnicza im. Stanisława Staszica, dostępny na stronie:  
[http://www.ftj.agh.edu.pl/zdf/zeszyt/3\\_13n.pdf](http://www.ftj.agh.edu.pl/zdf/zeszyt/3_13n.pdf)