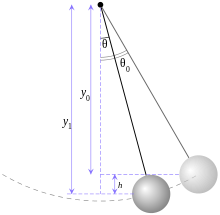
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Wydział | Imię i nazwisko  1.  2. | | | Rok | | Grupa | Zespół |
| **PRACOWNIA**  **FIZYCZNA**  **WFiIS AGH** | Temat: | | | | | | Nr ćwiczenia |
| Data wykonania | Data oddania | Zwrot do popr. | Data oddania | | Data zaliczenia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

**1. Wstęp teoretyczny**

W tym paragrafie należy wprowadzić czytelnika w temat z tabelki nagłówkowej. To nie jest instrukcja wykonania ani opis ćwiczenia przekopiowany ze strony pracowni‼! Wstęp piszemy własnymi słowami uwzględniając w nim to, co najważniejsze do zrozumienia ćwiczenia. Tekst powinien być wyjustowany, napisany jednolitą czcionką (np. Times New Roman) o tym samym rozmiarze (np. 12). Interlinia powinna być jednakowa w całym sprawozdaniu (najlepiej 1,5). Tytuły rozdziałów numerujemy i pogrubiamy, nie kończymy kropką. Jeśli we wstępie chcemy wprowadzić wzory, to muszą je poprzedzać krótkie wprowadzenia, np.: „Dopasowując funkcję liniową y=ax+b do danych pomiarowych, na podstawie współczynnika kierunkowego *a* można wyliczyć przyspieszenie ziemskie, *g [ms-2]*

.” (1)

Wzory są wyśrodkowane i jednolicie numerowane, pisane tą samą czcionką. Każdy wzór, rysunek i tabelka muszą być wspomniane w tekście. Rysunki i ich podpisy są wyśrodkowane. „Rys. 1 przedstawia schemat wahadła matematycznego.”



**Rys. 1.** Schemat wahadła fizycznego; y0- odległość od punktu zawieszenia do środka masy ciężarka (m), itd. (Wszystkie symbole zaznaczone na rysunku muszą być wyjaśnione w opisie pod rysunkiem. Dobrze gdy podpisy są mniejsze, np. rozmiar czcionki 10).

**2. Opracowanie wyników**

W tym paragrafie opisujemy wszystkie czynności, które wykonywaliśmy. Np.: „Zmierzyliśmy długość nitki wahadła, która wyniosła

l=321 mm; u(l)=1 mm.

Następnie ciężarek wychylaliśmy o odpowiednio mały kąt i mierzyliśmy czas 20 pełnych wachnięć. Pomiar powtórzyliśmy 10 razy. Wyniki przedstawiono w Tabeli 1.

**Tabela 1.** Wyniki pomiaru okresu drgań wahadła.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Lp.** | **Liczba okresów, *k*** | **Czas *t* dla *k* okresów [s]** | **Okres** |
| 1 | 20 | 22,67 | 1,13350 |
| 2 | 20 | 22,63 | 1,13150 |
| 3 | 20 | 22,66 | 1,13300 |
| 4 | 20 | 22,59 | 1,12950 |
| 5 | 20 | 22,60 | 1,13000 |
| 6 | 20 | 22,69 | 1,13450 |
| 7 | 20 | 22,62 | 1,13100 |
| 8 | 20 | 22,61 | 1,13050 |
| 9 | 20 | 22,65 | 1,13250 |
| 10 | 20 | 22,68 | 1,13400 |

Na podstawie powyższej tabeli policzono średni okres oraz jego niepewność korzystając ze wzorów (2) i (3):

, (2)

, (3)

gdzie:

*n­*- liczba pomiarów.

Otrzymaliśmy następujące wartości:

1,13200 s 0,00052 s.

W kolejnym kroku zmieniliśmy długość wahadła i powtórzyliśmy 10-krotny pomiar okresu drgań. Czynność powtórzyliśmy 4 razy. Wyniki przedstawiono w Tabeli 2, która zawiera również wartość średnią obliczoną na podstawie Tabeli 1.”

**Niepewności są podawane do dwóch znaczących cyfr, a obliczona wartość powinna mieć tyle cyfr po przecinku ile niepewność (należy dopełnić zerami, jeśli nie ma ich wystarczająco dużo). Wartości w tabeli również podajemy z dokładnością, którą wskazuje niepewność!**

**„Tabela 2.** Wyniki pomiaru czasu 20 okresów drgań wahadła w zależności od długości nitki.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Lp.** | **Długość nitki** | **Czas** | **Okres** |  |  |  |
| 1 | 130 | 14,79 | 0,7395 | 0,0058 | 0,5469 | 0,0086 |
| 2 | 234 | 19,4 | 0,9700 | 0,0058 | 0,941 | 0,011 |
| 3 | 270 | 20,72 | 1,0360 | 0,0058 | 1,073 | 0,012 |
| 4 | 321 | - | 1,13200 | 0,00052 | 1,2814 | 0,0012 |
| 5 | 375 | 24,59 | 1,2295 | 0,0058 | 1,512 | 0,014 |

Niepewność pojedynczego pomiaru okresu policzyliśmy jako

, (4)

natomiast niepewność kwadratu okresu z prawa przenoszenia niepewności:

, (5)

gdzie y=.

Na podstawie Tabeli 2 sporządzono zlinearyzowany wykres , a do punktów dopasowano funkcję postaci y=ax+b (Rys. 2). Parametr b został dodany w celu kompensacji błędu systematycznego. Otrzymaliśmy następujące wartości dopasowanych parametrów:

Ze współczynnika kierunkowego wyznaczyliśmy przyspieszenie ziemskie korzystając z (1). Niepewność przyspieszenia policzyliśmy korzystając z prawa przenoszenia niepewności:

(6)

**Rys. 2.** Zależność T2(l) wraz z dopasowaną funkcją liniową oraz niepewnościami wartości T2.”

**Jeśli korzystamy z prawa przenoszenia niepewności, to na potrzeby prowadzącego rozpisujemy wzór (aby każdy widział jak policzono pochodne). Wszystkie wartości są odpowiednio zaokrąglone, również na wykresie! (Proszę zauważyć, że liczba cyfr po przecinku zgadzają się z niepewnością). Tam gdzie to możliwe dodajemy do punktów słupki błędów, punktów nie łączymy‼!**

„Obliczone przyspieszenie ziemskie wyniosło

.

Następnie policzyliśmy niepewność rozszerzoną przyspieszenia ziemskiego

i porównaliśmy obliczone przyspieszenie z wartością tablicową (przyjęliśmy g0=9,811 ms-1) w granicach niepewności rozszerzonej oraz zakładając, że wartość tablicowa nie jest obarczona niepewnością.

Ponieważ moduł różnicy wartości wyznaczonej i tabelarycznej jest mniejszy niż niepewność rozszerzona, , to możemy uznać, że w granicach niepewności obie wartości są równe.

**3. Wnioski**

Celem ćwiczenia było wyznaczenie przyspieszenia ziemskiego na podstawie pomiarów okresu drgań wahadła dla różnej długości nitki. Ćwiczenie pozwoliło zapoznać się z metodami opracowania danych pomiarowych. Pojedynczy pomiar okresu drgań był obarczony ok. 10-krotnie większą niepewnością w porównaniu do wielokrotnego pomiaru. Wyznaczone przyspieszenie ziemskie metodą pomiaru drgań wahadła było zgodne z wartością tabelaryczną w granicach niepewności rozszerzonej.”

**Ostatnia kartka stanowi oryginalne wyniki pomiarów zapisane na pracowni. Na tej kartce nic nie liczymy, rysujemy, etc‼!**

**Jeśli oddajemy poprawione sprawozdania, to kartki ze wstępem (str. 1) odpinamy i przypinamy do poprawionego sprawozdania- NIE DRUKUJEMY NA NOWO! Chyba, że w komentarzu prowadzącego wskazano inaczej.**