

Sprawozdanie z ćw 17

WYZNACZANIE WARTOŚCI PRZYSPIESZENIA ZIEMSKIEGO

Michał Puchyr

11 kwietnia 2023

1 Cel ćwiczenia

- Wyznaczenie wartości przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego.
- Wyznaczenie wartości przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła fizycznego.

2 Opis ćwiczenia - wstęp teoretyczny

Pomiary, które zostały wykonane miały na celu wyznaczenie **przyspieszenia ziemskiego** w miejscu gdzie był wykonywany eksperyment (Wrocław - $51^{\circ}06'27.7'' N, 17^{\circ}03'40.6'' E$).

Przyspieszenie ziemskie – przyspieszenie grawitacyjne ciał swobodnie spadających na Ziemię, bez oporów ruchu.

Wartość przyspieszenia ziemskiego zależy od szerokości geograficznej oraz wysokości nad poziomem morza. Wraz z wysokością przyspieszenie maleje odwrotnie proporcjonalnie do kwadratu odległości do środka Ziemi i jest wynikiem zmniejszania się siły grawitacji zgodnie z prawem powszechnego ciążenia.

Zmniejszanie się przyspieszenia ziemskiego wraz ze zmniejszaniem szerokości geograficznej jest spowodowane działaniem pozornej siły odśrodkowej, która powstaje na skutek ruchu obrotowego Ziemi.

Ponieważ siła ta jest proporcjonalna do odległości od osi obrotu, stąd największą wartość osiąga na równiku. Ponieważ siła odśrodkowa ma tu zwrot przeciwny do siły grawitacji, przyspieszenie ziemskie na równiku osiąga najmniejszą wartość.

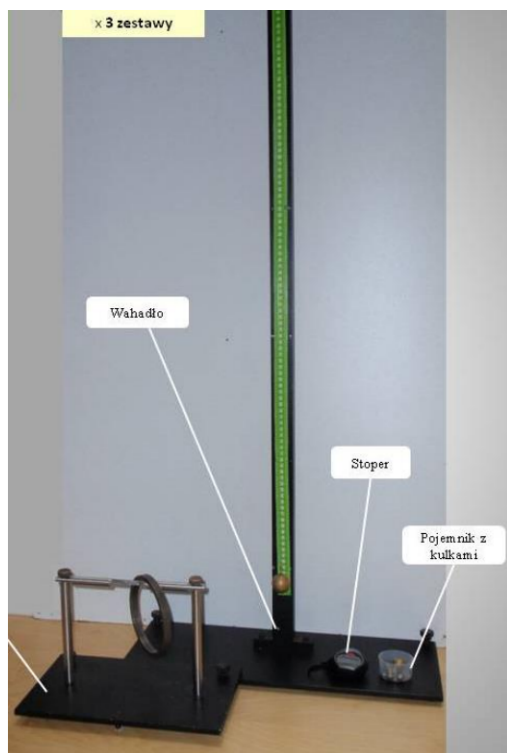
Dodatkowe zmniejszenie przyspieszenia ziemskiego w okolicach równika spowodowane jest spłaszczeniem Ziemi (większą odległością od środka Ziemi).

Do obliczeń niewymagających wysokiej precyzji przyjmuje się tzw. przyspieszenie ziemskie normalne tj.:

$$g_n = 9,80665 \frac{m}{s^2}$$

Przyspieszenie ziemskie we Wrocławiu wynosi około :

$$g = 9,8115 \frac{m}{s^2}$$



Stanowisko pomiarowe

Wykaz przyrządów :

- Wahadło matematyczne
- Metalowy pierścień
- Waga laboratoryjna
- Suwmiarka
- Stoper
- Przymiar

3 Pomiaru układów

Przyjęte niepewności	
Niepewność	Wartość
$u(t)[s]$	0,0058
$u(n)$	1

Wyniki pomiarów i obliczenia dla wahadła matematycznego										
lp.	$l_i[m]$	$t_i[s]$	$l_{sr}[m]$	$\bar{t}[s]$	$T\left[\frac{1}{s}\right]$	$u(T)\left[\frac{1}{s}\right]$	$T_{sr}\left[\frac{1}{s}\right]$	$g\left[\frac{m}{s^2}\right]$	$\bar{g}\left[\frac{m}{s^2}\right]$	$u(g)\left[\frac{m}{s^2}\right]$
1	0,390	125,15	0,391	125,01	1,26	0,013	1,25	9,699	9,808	0,25
2	0,390	124,87			1,25	0,013		9,854		0,26
3	0,391	124,99			1,25	0,013		9,880		0,26
4	0,500	141,33	0,500	141,44	1,42	0,015	1,42	9,790		0,24
5	0,501	141,46			1,42	0,015		9,809		0,24
6	0,499	141,51			1,42	0,015		9,770		0,24
7	0,613	156,48	0,614	156,47	1,57	0,016	1,57	9,818		0,23
8	0,613	156,78			1,57	0,016		9,818		0,23
9	0,614	156,13			1,57	0,016		9,834		0,23

4 Przykładowe obliczenia

4.1 Obliczenia dla pomiarów wahadła matematycznego

Obliczenie niepewności pomiaru długości wahadła :

$$u(l) = \frac{0,01}{\sqrt{3}} = 0,00578 \approx 0,0058[m]$$

Obliczenie okresu wahań pomiaru :

$$T = \frac{t_i}{n} = \frac{125,15}{100} = 1,2515 \approx 1,26[s]$$

Obliczenie niepewności pomiaru okresu :

$$\begin{aligned}
 u(T) &= \sqrt{\left(\frac{\partial T}{\partial t}\right)^2 \cdot u^2(t) + \left(\frac{\partial T}{\partial n}\right)^2 \cdot u^2(n)} = \sqrt{\left(\frac{1}{n^2}\right)^2 \cdot u^2(t) + \left(\frac{-t}{n^2}\right)^2 \cdot u^2(n)} \\
 &= \sqrt{\left(\frac{1}{100^2}\right)^2 \cdot 0,0058^2 + \left(\frac{-125,15}{100^2}\right)^2 \cdot 1^2} = 0,01251 \approx 0,013 \left[\frac{1}{s}\right]
 \end{aligned}$$

Obliczenie przyspieszenia ziemskiego :

$$g = 4\pi^2 \frac{l}{T^2} = 4\pi^2 \frac{0,390}{1,26^2} = 9,69802 \approx 9,699 \left[\frac{m}{s^2}\right]$$

Obliczenie niepewności pomiaru przyspieszenia ziemskiego :

$$\begin{aligned}
 u(g) &= \sqrt{\left(\frac{\partial g}{\partial l}\right)^2 \cdot u^2(l) + \left(\frac{\partial g}{\partial T}\right)^2 \cdot u^2(T)} = \sqrt{\left(\frac{4\pi^2}{T^2}\right)^2 \cdot u^2(l) + \left(\frac{-8\pi^2 l}{T^3}\right)^2 \cdot u^2(T)} \\
 &= \sqrt{\left(\frac{4\pi^2}{1,26^2}\right)^2 \cdot 0,0058^2 + \left(\frac{-8\pi^2 \cdot 0,39}{1,26^3}\right)^2 \cdot 0,013^2} = 0,24667 \approx 0,25 \left[\frac{m}{s^2}\right]
 \end{aligned}$$

Obliczenie średniej długości wahadła :

$$l_{sr} = \frac{\sum_{i=1}^n l_i}{n} = \frac{1,171}{3} = 0,39033 \approx 0,391[m]$$

Obliczenie średniej czasu pomiarów :

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n} = \frac{375,01}{3} = 125,0033 \approx 125,01[s]$$

Obliczenie średniej długości okresu pomiarów :

$$T_{sr} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n} = \frac{3,76}{3} = 1,25333 \approx 1,25[s]$$

4.2 Obliczenia dla pomiarów wahadła fizycznego

Obliczenie momentu bezwładności :

$$I = I_0 + m \frac{d^2}{4}$$