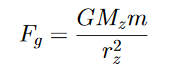
**Wyznaczanie przyspieszenia ziemskiego przy pomocy wahadła matematycznego**

**Wstęp teoretyczny**

**Siła Grawitacji**

Siła Grawitacji czyli siła ciążenia powszechnego jest zjawiskiem naturalnym, polegającym na oddziaływaniu na siebie, wzajemnie przyciągając się, wszystkich obiektów które posiadają masę.

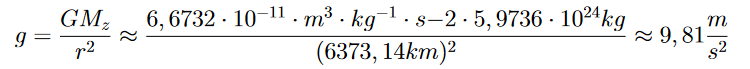
Opierając sie na zależności siły grawitacyjnej, możemy obliczyć siłę *Fg* z jaką planeta oddziaływuje na ciało o masie *m*:





**Przyspieszenie ziemskie, jednostka, zależność wartości od szerokości geograficznej i wysokości nad poziomem morza**

Przyspieszenie ziemskie - *g* jest to przyspieszenie grawitacyjne działająca na ciała swobodnie spadające na Ziemię(pomijając opory ruchów).





Wartość przyspieszenia ziemskiego jest zależna od szerokości geograficznej oraz od wysokości nad poziomem morza. Przy wzroście wysokości, zwiększa się odległość od środka Ziemi, przez co przyspieszenie ziemskie maleje.  
Wpływ na przyspieszenie ziemskie spowodowane szerokością geograficzną wynika z ruchu obrotowego Ziemi - na ciało znajdujące się na powierzchni planety dział siła odśrodkowa o przeciwnym zwrocie do siły grawitacji, przez co obserwujemy dany spadek wartości.

**Wahadło matematyczne oraz zależność okresu drgań od długości jego wahadła**

Idealnym wahadłem matematycznym możemy nazwać punktową masę m, zawieszoną na nieważkiej i nierozciągliwej linie. W praktyce, przybliżonym tworem jest niewielka metalowa kulka zawieszona na mocnej nitce. Okres drgań wahadła nie zależy od masy m tylko od długości wahadła l i dla małych kątów wynosi:



Źródła**:**   
http://pl.wikipedia.org/wiki/Przyspieszenie\_ziemskie  
http://pl.wikipedia.org/wiki/Grawitacja  
http://fizyka.pisz.pl/

**Przebieg i cel ćwiczenia**

Celem tego ćwiczenia jest wyznaczenie przyspieszenia ziemskiego przy pomocy wahadła matematycznego. Na naszym stanowisku umieszczona jest urządzenie, składa się one z poprzeczki ze skalą milimetrową, na której jest zawieszone wahadło matematyczne. Długość wahadła można regulować. Urządzenie wyposażone jest w fotokomórkę, która mierzy czas *N* wahnięć ( w naszym przypadku *N* = 10 ). Na początku ćwiczenia ustalono długość wahadła (*L* = 20 cm). Fotokomórka umieszczona jest tak, aby kula zawieszona na sznurku podczas wykonywania wahnięć przechodziła przez jej światło tym samym uruchamiając ją.

Ćwiczenie polegało na wykonaniu pięciokrotnie pomiarów czasu wahnięć [s] przy danej długości wahadła, następnie zwiększano długość wahadła o 10 cm. Nasz zakres długości wahadła matematycznego to 20 - 90 cm. Czasomierz mierzył czas 10 wahnięć. Odchylenie wahadła nie mogło być większe nić 7

**Opracowanie pomiarów**

Pomiary zostały zapisane w tabeli:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| L[cm] | t[s] | | | | |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 20 | 9,02 | 9,01 | 8,98 | 9,02 | 9,02 |
| 30 | 10,97 | 10,96 | 10,96 | 10,97 | 10,97 |
| 40 | 12,66 | 12,64 | 12,65 | 12,65 | 12,63 |
| 50 | 14,18 | 14,17 | 14,17 | 14,16 | 14,17 |
| 60 | 15,56 | 15,56 | 15,57 | 15,54 | 15,55 |
| 70 | 16,76 | 16,76 | 16,76 | 16,74 | 16,75 |
| 80 | 17,91 | 17,90 | 17,92 | 17,92 | 17,92 |
| 90 | 19,00 | 19,01 | 19,00 | 19,00 | 19,01 |

Niepewności pomiarowe wynoszą odpowiednio:

- czasomierz Δt= 0,01s

- skala milimetrowa u(L) = 0,5 cm

Dla każdej długości wahadła obliczono wartość pierwiastka z L, średnie wartości mierzonego czasu N wahnięć ( *tsr* w sekundach), statystyczną niepewność typu | *ua(tsr),* którą jest równą odchyleniu standardowemu wartości średniej pomnożonej przez współczynnik Studenta Fishera, który dla naszego przypadku wynosi 1,141. Obliczono okres drgań ( *T = tsr / N* ) oraz niepewność wyznaczonych okresów drgań ( *u(T) = | ua(tsr)/ 10|* )

Obliczone wartości wpisaliśmy do tabeli:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **LP** | **L, m** | **√L, √m** | **tsr, s** | **ua(tsr) , s** | **T, s** | **u(T), s** |
| 1 | 0,2 | 0,4472136 | 9,01 | 0,019762 | 0,901 | 0,001976 |
| 2 | 0,3 | 0,54772256 | 10,966 | 0,006253 | 1,0966 | 0,000625 |
| 3 | 0,4 | 0,63245553 | 12,646 | 0,013007 | 1,2646 | 0,001301 |
| 4 | 0,5 | 0,70710678 | 14,17 | 0,008067 | 1,417 | 0,000807 |
| 5 | 0,6 | 0,77459667 | 15,556 | 0,013007 | 1,5556 | 0,001301 |
| 6 | 0,7 | 0,83666003 | 16,754 | 0,010201 | 1,6754 | 0,00102 |
| 7 | 0,8 | 0,89442719 | 17,914 | 0,010201 | 1,7914 | 0,00102 |

Sporządziliśmy wykres zależności *T(L)*, oraz nanieśliśmy słupki niepewności

Na wykresie widać, że niepewność drgań jest bardzo mała.

Sporządziliśmy wykres zależności T(√L)

Metodą regresji liniowej wyznaczyliśmy współczynniki prostej *T(√L)*, które wynoszą:

wyraz wolny *a = 0,010586* oraz współczynnik regresji *b = 1,99101093* co w rezultacie daje nam równanie prostej *y=1,99101093x + 0,010586*. Niepewności współczynników wynoszą *u(a) = 0,0061118* oraz *u(b) = 0,021154.*

Opierając się na współczynniku *b* oraz równaniu ruchu możemy obliczyć przyspieszenie ziemskie *g = 4π^2 / 1,99101093 = 9,868468842 [m/s^2]*

następnie można obliczyć niepewność *u(g)* we wzoru



więc, *u(g) = 0,0045132*. Niepewność rozszerzoną możemy obliczyć ze wzoru



i wynosi *0,00911854*.

Wartość przyspieszenia ziemskiego dla szerokości geograficznej i wysokości nad poziomem morza miasta Gliwice to:



gdzie, szerokość geograficzna jest równa 50,31 stopnia. Wynikiem jest *g = 9,7796 [m/s^2]*

Test zgodności przeprowadzamy korzystając ze wzoru



I jego wartość wynosi około 5,28.

**Wnioski**

Okres wahnięć wahadła jest zależy od jego długości Obliczone przyspieszenie ziemskie nie jest zgodne z wartością rzeczywistą, lecz jest zbliżone.