* Brak opisu przebiegu doświadczenia
* Na wykresie nie łączyć punktów(nie mam pojęcia o co chodzi)
* Brak niepewności pomiarowych na wykresie(pisz to pomogę z tym)
* Co to jest sigma i jak ją policzono?



* Porównanie niepewności max i sigmy czyli odchylenia standardowego

WACHADŁO REWERSYJNE

**Spis Treści**

* Cel zadania
* Materiały
* Przyrządy
* Pomiary
* Wykresy
* Wnioski
* **Cel zadania:**

Celem zadania jest wyznaczenie przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła rewersyjnego.

* **Materiały:**

**Dynamika ruchu obrotowego bryły sztywnej:**

Jeżeli wypadkowy moment sił działających na bryłę sztywną jest różny od zera, to bryła ta jest w ruchu obrotowym z przyspieszeniem kątowym wprost proporcjonalnym do wypadkowego momentu siły i odwrotnie proporcjonalnym do momentu bezwładności bryły.

**Moment bezwładności:**

Moment bezwładności pełni w ruchu obrotowym rolę analogiczną do roli masy w ruchu postępowym. Im większa jest wartość momentu bezwładności danego ciała tym trudniej jest zmienić stan jego ruchu obrotowego.

**Twierdzenie Steinera:**

Moment bezwładności bryły sztywnej względem dowolnej osi, jest równy sumie momentu bezwładności względem osi równoległej do danej i przechodzącej przez środek masy bryły oraz iloczynu masy bryły i kwadratu odległości między tymi dwiema osiami.

Twierdzenie wyraża się wzorem:

**Wahadło fizyczne - równanie ruchu:**

Wahadło fizyczne to inaczej ciało sztywne zawieszone w sposób umożliwiający wahanie się wokół osi przechodzącej przez to ciało. Ruch takiego wahadła opisywany jest jako równanie ruchu.

Rozwiązaniem równania jest ruch takiego wahadła w postaci drgań, gdzie okres drgań (T) zależy od momentu bezwładności (I) i długości wahadła (l).

Równanie wyrażone jest następującym wzorem:

**Okres drgań:**

Okres drgań jest jedną z wielkości fizycznych charakteryzujących ruch drgający i falowy. Okres drgań to czas trwania jednego pełnego drgania czyli czas trwania ruchu od pewnego punktu wychylenia z powrotem do tego punktu. Możemy powiedzieć, że okres drgań to czas pomiędzy wystąpieniami tej samej fazy ruchu drgającego.

**Długość zredukowana wahadła:**

Wielkość l jest długością zredukowaną wahadła rewersyjnego i jest równa odległości między osiami obrotu wahadła, którą można łatwo zmierzyć np. miarą.

* **Przyrządy:**

**Wahadło rewersyjne:**

Wahadła fizyczne o dwóch równoległych osiach zawieszenia i regulowanym rozkładzie masy, używane do wyznaczania bezwzględnej wartości przyspieszenia ziemskiego. (Znajduje się ono na zdjęciu po lewej stronie).

**Miarka milimetrowa:**

Miarka z podziałką w formie kresek oddalonych od siebie z dokładnością jednego milimetra.

**Sekundomierz:**

Przyrząd techniczny typu mechanicznego, podobny do zegarka, wykorzystywany w celu odmierzania małego odcinka czasowego. W doświadczeniu skorzystaliśmy z stopera cyfrowego.

* **Pomiary:**

**Tabela dla 10T**

Kolorem czerwonym zostały oznaczone punkty hB w którym h = 15.5cm, oraz hA w którym h = 106cm.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| h(cm) | Δ h(cm) | 10T(s) | T(s) | Δ 10T(s) | 10T’(s) | T’(s) | Δ10T’(s) |
| 10 | 0.01 | 32.34 | 3.234 | 0.01 | 22.63 | 2.263 | 0.01 |
| 15 | 0.01 | 22.48 | 2.248 | 0.01 | 22.58 | 2.258 | 0.01 |
| 18 | 0.01 | 21.18 | 2.118 | 0.01 | 22.46 | 2.246 | 0.01 |
| 26 | 0.01 | 18.50 | 1.85 | 0.01 | 22.40 | 2.24 | 0.01 |
| 34 | 0.01 | 17.75 | 1.775 | 0.01 | 21.96 | 2.196 | 0.01 |
| 42 | 0.01 | 17.88 | 1.788 | 0.01 | 21.84 | 2.184 | 0.01 |
| 50 | 0.01 | 18.15 | 1.815 | 0.01 | 21.78 | 2.178 | 0.01 |
| 58 | 0.01 | 18.51 | 1.851 | 0.01 | 21.63 | 2.163 | 0.01 |
| 66 | 0.01 | 19.40 | 1.940 | 0.01 | 21.66 | 2.166 | 0.01 |
| 74 | 0.01 | 20.05 | 2.005 | 0.01 | 21.75 | 2.175 | 0.01 |
| 82 | 0.01 | 20.55 | 2.055 | 0.01 | 21.89 | 2.189 | 0.01 |
| 90 | 0.01 | 21.30 | 2.130 | 0.01 | 22.26 | 2.226 | 0.01 |
| 98 | 0.01 | 21.86 | 2.186 | 0.01 | 22.31 | 2.231 | 0.01 |
| 106 | 0.01 | 22.39 | 2.239 | 0.01 | 22.65 | 2.265 | 0.01 |
| 108 | 0.01 | 22.86 | 2.286 | 0.01 | 22.81 | 2.281 | 0.01 |

**Średnie wartości dla 10T**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 10T(s) | Δ 10T(s) | | T(s) | Δ T(s) | | 10T’(s) | Δ 10T’(s) | | T’(s) | Δ T’(s) | |
| 21.01 | 0.01 | | 2.101 | 0.01 | | 22.17 | 0.01 | | 2.217 | 0.01 | |
| σ dla 10T | | σ dla T | | | σ dla 10T’ | | | σ dla T’ | | |
| 3.4791 | | 0.34791 | | | 0.3912 | | | 0.03912 | | |

**Tabela dla 30T**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| h(cm) | Δ h(cm) | 30T(s) | T(s) | Δ 30T(s) | 30T’(s) | T’(s) | Δ30T’(s) |
| 15 | 0.01 | 67.90 | 2.263 | 0.01 | 67.80 | 2.260 | 0.01 |
| 15 | 0.01 | 67.96 | 2.265 | 0.01 | 67.85 | 2.261 | 0.01 |
| 15 | 0.01 | 67.94 | 2.264 | 0.01 | 67.90 | 2.263 | 0.01 |
| 108 | 0.01 | 68.77 | 2.292 | 0.01 | 68.21 | 2.273 | 0.01 |
| 108 | 0.01 | 68.50 | 2.283 | 0.01 | 68.29 | 2.276 | 0.01 |
| 108 | 0.01 | 68.67 | 2.289 | 0.01 | 68.38 | 2.279 | 0.01 |

**Średnie wartości dla 30T**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 30T(s) | Δ 30T(s) | | T(s) | Δ T(s) | | 30T’(s) | Δ 30T’(s) | | T’(s) | Δ T’(s) |
| 68.29 | 0.01 | | 2.28 | 0.01 | | 68.07 | 0.01 | | 2.27 | 0.01 |
| σ dla 30T | | σ dla T | | | σ dla 30T’ | | | σ dla T’ | | |
| 0.3656 | | 0.0121 | | | 0.2288 | | | 0.0076 | | |

**Przyspieszenie ziemskie**

Niepewność Δg została policzona ze wzoru: , który został obliczony za pomocą metody różniczki zupełnej. Do obliczenia g skorzystaliśmy z wzoru podanego w zdaniu i przekształciliśmy go na: .

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Tśr(s) | Δ Tśr(s) | l(cm) | Δ l(cm) | g() | Δg() | g() z tablic |
| Dla 10T | 2.10 | 0.01 | 130 | 0.01 | 11.63 | 0.2003 | 9.8 |
| Dla 30T | 2.28 | 0.01 | 130 | 0.01 | 9.87 | 0.1625 | 9.8 |
| Śr. wszystkich | 2.19 | 0.01 | 130 | 0.01 | 10.75 | 0.1814 | 9.8 |

* **Wykresy:**
* **Wnioski:**

Udało się osiągnąć cel zadania, jakim było wyznaczenie przyspieszenia ziemskiego, za pomocą wahadła rewersyjnego.

Jak widać, na wykresie dla 10T przy zwiększaniu odległości między ostrzem O,

a soczewką M2, czas 10T znacznie maleje do momentu osiągnięcia odległości

h = 34cm. Podczas dalszego zwiększania odległości, czas trwania 10T, zwiększa się.

Gdy h = 15,5cm i h = 106cm linia wykresu dla 10T przecina się z linią wykresu, dla 10T’, czyli dla tych odległości, czas trwania 10T i 10T’ jest najbardziej zbliżony.

Udało nam się obliczyć wartość przyspieszenia ziemskiego, lecz dla 10T wartość ta nie pokrywa się z ufnością na poziomie 0.95, ponieważ nasza różnica wyszła 1.83. Dla 30T granica ufności zgadza się z tą z polecenia, lecz już dla średniej wartości T różnica wyszła nam 1.04.

Matusz Redosz, Kamil Radzikowski, Natalia Otrombke