



Wahadło matematyczne HG 0146



SI IN HG 0146 05/21

Wahadło matematyczne to przyrząd umożliwiający badanie ruchu harmonicznego. Posiada miernik długości wahadła oraz skalę mierzącą wychylenie z położenia równowagi. Drgania zachodzą w płaszczyźnie pionowej, pod wpływem siły grawitacji. Umożliwia badanie zależności: okresu wahań od masy i rozmiaru ciała drgającego, okresu drgań od długości wahadła, okresu drgań od amplitudy wahań. Oprócz tego można analizować wpływ powietrza na tłumione drgania oraz zależność wielkości tłumienia od amplitudy drgań albo od wielkości ciała drgającego.

OSTRZEŻENIA!



1. Produkt przeznaczony jest dla dzieci powyżej 13 roku życia. Elementy zestawu posiadają ostre krawędzie i są wykonane z materiałów, które mogą zagrażać bezpieczeństwu dziecka.
2. Do użytku pod bezpośrednim nadzorem osoby dorosłej.
3. Należy zachować opakowanie lub/i instrukcję. Zawierają one ważne informacje mogące być przydatne w przyszłości.
4. Użytkowanie niezgodne z zaleceniami zwalnia producenta od odpowiedzialności za ewentualne szkody.



nowa szkoła
ul. POW 25, 90-248 Łódź,
www.nowaszkoła.com
tel. (42) 630 17 28,
(42) 630 04 88, fax: (42) 632 73 28

Zestaw wymaga złożenia i zawiera:

- żeliwna trójnożna podstawa o śr. 36 cm,
- dwa stalowe pręty o śr. 1,5 cm i dł. 60 cm ,
- półkę z miarką i trzema wgłobieniami na ławeczkę,
- ławeczkę ze szczeliną dla ostrzowego zawieszenia wahadła,
- wahadło (kulka o śr. 22 mm przymocowana do żyłki),
- skalę wychylenia,
- 2 kule stalowe o śr.: 30 mm i 33 mm wkręczone w podstawę statywu,
- stalowy pręcik o dł. 10 cm do skręcenia wsporników ze sobą i z podstawą.

Wysokość złożonego statywu wynosi 123 cm.

Instrukcja złożenia przyrządu:

1. Trójnożną podstawę położyć na stabilnym podłożu.
2. Nagwintowany pręt wkręcić w centralny otwór żeliwnej podstawy. Następnie mały pręcik włożyć w otwór pręta umieszczonego w podstawie i mocno dokręcić, tak aby uzyskać stabilność części statywu.
3. Nakręcić drugi pręt na pierwszy przy pomocy stalowego pręciku (patrz pkt 2).
4. Na statyw wsunąć skalę wychylenia ramionami do góry. Skalę umieścić mniej więcej w $1/3$ wysokości od połączenia prętów statywu i przykręcić.
5. Wsunąć na górną część statywu półeczkę z miarką trzema wgłobieniami skierowanymi do góry i dokręcić.
6. W szczelinie ławeczki, którą należy trzymać łbami śrub do góry umieścić ostrze zawieszenia wahadła.
7. Nie zmieniając pozycji ławeczki, umieścić ją w trzech wgłobieniach półki z miarką.

W celu zabezpieczenia przed zgubieniem lub toczeniem się po stole kule zostały przykręczone do podstawy statywu.

Zmiana i mocowanie kuli do żyłki wahadła polega na wkręceniu w kulkę małej śrubki, znajdującej się na końcu żyłki. Długość wahadła

W tym celu należy:

- a) Zmierzyć długość wahadła (od punktu zawieszenia do środka ciężkości kulki).
- b) Wyznaczyć okres drgań wahadła zgodnie z informacjami umieszczonymi w doświadczeniu 1.
- c) Dla pewności wykonać trzy pomiary i wyciągnąć z nich średnią.

Wyniki trzech kolejnych pomiarów czasów 10 drgań wahadła, po podzieleniu przez 10 dają nam okres T wyrażony w sekundach. Jeśli wszystkie wyniki były do siebie zbliżone, można uśrednić dane otrzymując średni okres wahadła o danej długości.

W tym miejscu należy przekształcić powyższy wzór tak aby otrzymać g :

$$g = (4 \cdot \pi^2 \cdot l) / T^2 \quad \text{gdzie } \pi = 3,14$$

Do obliczeń, które nie wymagają szczególnej dokładności przyjmujemy wartość przyspieszenia ziemskiego równą $9,81 \text{ m/s}^2$.

Konserwacja i środki ostrożności:

1. Należy unikać kontaktu z substancjami o charakterze kwasowym, gdyż mogą powodować korozję.
2. Po wykonanych eksperymentach przyrząd należy zdemontować, a wszystkie jego części umieścić w pudełku.
3. Zestaw zawiera drobne oraz ostre elementy, które mogą zagrażać bezpieczeństwu dzieci.

można zmieniać poluzowując nakrętki pod ostrzem zawieszenia, przesunięciu żyłki w odpowiednią stronę i dokręceniu tej nakrętki.

Propozycje doświadczeń:

1. Badanie zależności pomiędzy okresem drgań T i amplitudą.

- a) Ustalić długość wahadła na około 1m.
- b) Odchylić wahadło od pionu o bardzo niewielki kąt (kulka powinna być przesunięta około 5 cm od położenia równowagi) i zmierzyć okres drgań wahadła.

Wyznaczanie okresu drgań wahadła matematycznego polega na zmierzeniu czasu trwania kilku lub kilkadziesiąt wahań i podzieleniu wyniku tego pomiaru przez liczbę wahań,

$$T = \frac{t_n}{n}$$

gdzie: n – liczba wahań; t_n – czas trwania n wahań.

- c) Pomiar opisany w punkcie b wykonać trzy razy.
- d) Obliczyć średnią arytmetyczną wyznaczonego okresu drgań i zanotować:

$$T_1 = \underline{\hspace{2cm}}$$

- e) Odchylić wahadło od pionu o dwa razy większy kąt (około 10 cm od położenia równowagi) i ponownie zmierzyć okres drgań wahadła.
- f) Pomiar z punktu e powtórzyć trzy razy. Obliczyć średnią wartości zanotować wynik:

$$T_2 = \underline{\hspace{2cm}}$$

- g) Wyznaczyć okres drgań wahadła dla jeszcze większego kąta odchylenia (np. około 15 cm od położenia równowagi).

$$T_3 = \underline{\hspace{2cm}}$$

Jeśli doświadczenie zostało poprawnie przeprowadzone, to zmierzone okresy drgań wahadła dla różnych kątów odchylenia nie różnią się o więcej niż $0,02 \text{ s}$. Oznacza to, że są takie same w granicach niepewności pomiaru.

Wniosek:

Okres drgań wahadła matematycznego nie zależy od amplitudy drgań. Tę właściwość wahadła nazywamy izochronizmem.

2. Badanie zależności pomiędzy okresem drgań (T) wahadła matematycznego a masą (M) wahadła.

- Ustalić długość wahadła na około 1m.
- Zamontować kulkę o najmniejszej masie.
- Wyznaczyć okres drgań wahadła zgodnie z informacjami umieszczonymi w doświadczeniu 1.
- Pomiar powtórz dla wszystkich kulek.

Wniosek:

Okres drgań wahadła matematycznego nie zależy od masy wahadła.

3. Badanie związku między okresem (T) a długością (L) wahadła matematycznego.

- Zmierzyć długość wiszącego wahadła (odległość od punktu zawieszenia do środka kulki).
- Wyznaczyć okres drgań wahadła (patrz doświadczenie 1.)
- Zmienić długość wahadła i powtórzyć pomiary wskazane w punktach a i b.
- Wykonać pomiary dla czterech różnych długości wahadła. Długości należy dobrać tak, aby największa z nich była cztery razy większa od najmniejszej. Odchylenia z położenia równowagi dobrać tak, aby nie przekraczały 10% długości nici za każdym razem.

l.p.	Długość wahadła (L)	Dzas trwania 10 wahań t_{10} [s]	Okres T[s]

Wnioski:

Okres drgań wahadła zależy od jego długości. Większej długości odpowiada większa wartość okresu drgań. Gdy długość wahadła wzrośnie cztery razy, to okres drgań wzrośnie dwa razy.

4. Badanie związku między okresem drgań T wahadła matematycznego a przyspieszeniem ziemskim.

- Ustalić długość wahadła na około 1m.
- Umieścić magnes (brak w zestawie) w odległości 30 mm od kulki.
- Odchylić wahadło od pionu o kąt 200i zmierzyć okres drgań wahadła.
- Czynność powtarzać zmieniając odległość między kulką a magnesem (dane w tabelce).
- Uzyskane wyniki umieścić w poniższej tabeli.

H (mm)	30	15	10	5
T (S)	$T_1=$	$T_2=$	$T_3=$	$T_4=$

Wniosek:

Okres drgań zmniejsza się wraz ze wzrostem „symulowanego pola grawitacyjnego”. Można stwierdzić, że okres drgań również maleje wraz ze wzrostem pola grawitacyjnego Ziemi.

5. Wyznaczanie wartości przyspieszenia grawitacyjnego

Obowiązujący wzór dla wahadła matematycznego:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

gdzie: T - okres [s]; l - długość wahadła [m]; g - przyspieszenie ziemskie [m/s²]

Z tego wzoru po przekształceniu można wyznaczyć g, znając długość wahadła i jego okres.