

# Wyznaczanie przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego.

Wahadło matematyczne – masa punktowa zawieszona na nierozciągliwej, nieważkiej nici. Dla niewielkich kątów wychylenia z położenia równowagi ( $\alpha < 20^\circ$ ) okres drgań takiego wahadła opisuje z wystarczającą dokładnością wzór:

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

gdzie :

$l$  – długość wahadła [m],

$g$  – przyspieszenie ziemskie [ $\text{m/s}^2$ ].

Znając długość wahadła oraz okres jego drgań, można się posłużyć wzorem (I) do wyznaczenia wartości przyspieszenia ziemskiego. Po prostych przekształceniach otrzymuje się:

$$g = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot l}{T^2}$$

## Przebieg ćwiczenia.

1. Zmierz ustawioną długość wahadła.
2. Wychyl wahadło o niewielki kąt z położenia równowagi i puść je swobodnie. Zmierz czas 10 pełnych drgań wahadła (zanotuj zmierzony czas w tabelce).
3. Powtórz powyższe pomiary pięciokrotnie (dla danej długości wahadła).
4. Zmień długość wahadła o około (10÷20) cm. Powtórz czynności wymienione w punktach 1÷3. Wyżej wymienione czynności wykonaj dla 6 różnych długości wahadła.

## Opracowanie wyników pomiarów.

1. Oblicz uśredniony okres drgań  $T_{i,śr}$  wahadła dla  $i$ -tej jego długości.
2. Oblicz wartość przyspieszenia ziemskiego dla każdej z badanych długości wahadła. Posłuż się wzorem:

$$g_i = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot l_i}{T_{i,śr}^2}$$

3. Porównaj otrzymane wartości z wartością  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  (obliczyć procentowe odchylenia wartości zmierzonych doświadczalnie od wartości przyjętej za „dokładną”).
4. Dla każdej z użytych długości wahadła matematycznego oblicz wartość maksymalnej niepewności bezwzględnej pomiaru przyspieszenia ziemskiego.

5. Sporządzić wykres  $T = f(l)$ .

6. Sformułuj pisemne odpowiedzi na następujące pytania:

- a. Które z wahadeł, tj. krótsze czy dłuższe mają mniejsze wartości niepewności pomiaru przyspieszenia ziemskiego? Dlaczego?
- b. O ile procent powinien zmienić się okres drgań wahadła matematycznego, jeżeli jego długość zostanie zmniejszona o 75%?
- c. Ile centymetrów powinna wynosić długość wahadła matematycznego, którego okres drgań (na powierzchni ziemi) wynosiłby jedną sekundę?

7. Opisz zasadę innego sposobu wyznaczania przyspieszenia ziemskiego.

Tabela. Wyznaczanie przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego.

Numer użytego wahadła	Długość użytego wahadła	Zmierzony czas 10 pełnych drgań wahadła	Średni zmierzony czas 10 pełnych drgań użytego wahadła	Zmierzony średni okres drgań użytego wahadła	Obliczona wartość przyspieszenia ziemskiego	Odchylenie wartości zmierzonej doświadczalnie od wartości przyjętej za dokładną
$i$	$l_i$	$t_{ij}$	$t_{i,śr}$	$T_{i,śr}$	$g_i$	$\varepsilon_i$
$[-]$	$[m]$	$[s]$	$[s]$	$[s]$	$[m/s^2]$	$[\%]$
1.		$j = 1$				
		$j = 2$				
		$j = 3$				
		$j = 4$				
		$j = 5$				
2.		$j = 1$				
		$j = 2$				
		$j = 3$				
		$j = 4$				
		$j = 5$				
3.		$j = 1$				
		$j = 2$				
		$j = 3$				
		$j = 4$				
		$j = 5$				
4.		$j = 1$				
		$j = 2$				
		$j = 3$				
		$j = 4$				
		$j = 5$				
5.		$j = 1$				
		$j = 2$				
		$j = 3$				
		$j = 4$				
		$j = 5$				
6.		$j = 1$				
		$j = 2$				
		$j = 3$				
		$j = 4$				
		$j = 5$				