

7

BADANIE DRGAŃ WAHADŁA SKRĘTNEGO (TORSYJNEGO)

1. ZAGADNIENIA TEORETYCZNE

- Ruch bryły sztywnej wokół środka masy;
- moment bezwładności;
- twierdzenie Steinera;
- budowa i zasada działania wahadła torsyjnego – okres drgań harmonicznym wahadła;
- wzór na okres drgań wahadła skrętnego i moment kierujący D .

2. POMIARY

Zadanie 1. Wyznaczenie wielkości potrzebnych do obliczenia momentu kierującego D .

- a) Zmierzyć 5-krotnie długość l i średnicę a pręta.
- b) Zmierzyć 5-krotnie czas t_p trwania 20-tu pełnych wahanć pręta bez obciążenia (bez kul).

Zadanie 2. Wyznaczenie okresu drgań T wahadła dla różnych odległości r kulek od osi obrotu.

W doświadczeniu korzystamy z dwóch par kulek, różniących się masami i średnicami. Kulki rozmieszczamy symetrycznie względem środka pręta. Stalowy pręt ma naniesioną skalę odległości od środka co 1 cm. Na podziałkach skali ustawiamy brzegi kulek. W celu wyznaczenia odległości r należy uwzględnić nie tylko skalę na pręcie lecz także promień danej kulki.

- a) Wyznaczyć masy m_k i średnice d_k kulek (korzystając z wagi na dziele Ciepła oraz suwmiarki).
- b) Rozmieszczyć parę jednakowych mniejszych kulek w najbliższej odległości r_i od drutu, symetrycznie względem środka pręta.
- c) Włączyć elektromagnes, a następnie zbliżyć do niego bliższy koniec pręta, tak by pozostał on w pozycji wychylonej.
- d) Wyłączyć elektromagnes i zmierzyć dwukrotnie czas t wykonania 20-tu wahanć.
- e) Analogiczny pomiar wykonać dla kolejnych 9-ciu odległości (zapisać pozycje).
- f) Zmienić kulki na większe, umieścić je symetrycznie względem drutu (środku pręta) i wykonać pomiar 20-tu wahanć dla tych samych wybranych położeń co w przypadku pomiarów dla mniejszych kulek.

3. OPRACOWANIE WYNIKÓW POMIARÓW

1. Wyznaczyć wartości średnie: początkowej długości pręta, średnicy pręta, czasu trwania 20-tu wahanć bez obciążenia.
2. Wyznaczyć okres drgań pręta bez obciążenia T_p .
3. Na podstawie podanych poniżej wzorów wyznaczyć masę pręta m_p , moment bezwładności I_p oraz wartość momentu kierującego D .

$$m_p = \rho \cdot V = \rho \cdot \frac{\pi}{4} \cdot l \cdot a^2$$

$$I_p = \frac{1}{12} \cdot m_p \cdot l^2$$

$$D = \frac{\pi^3 \cdot l^3 \cdot a^2 \cdot \rho}{12 \cdot T_p^2}$$

4. Dla każdej pary kulek wyznaczyć okresy drgań T_i ($= t/20$) dla wybranych położeń r_i . UWAGA: odległość r_i to suma odległości na skali pręta i promienia danej kulki! Następnie obliczyć pary wartości T^2 i r^2 , które posłużą do sporządzenia wykresów doświadczalnych zależności $T^2(r^2)$.

5. Obliczyć parametry A i B niezbędne do sporządzenia wykresów teoretycznych zależności $T^2(r^2)$ dla każdej pary kulek.

$$A = \frac{8\pi^2 \cdot m_k}{D}$$

$$B = \frac{\pi}{3D} \cdot m_p \cdot l^2 + \frac{16\pi^2}{5D} m_k \cdot R_k^2$$

gdzie: m_k – masa danej kulki (32,6 g i 64,2 g), m_p – masa stalowego pręta (30,77 g), l – długość pręta (31 cm), R_k – promień danej kulki (1 cm i 1,25 cm).

6. Dla każdej pary kulek sporządzić na jednym układzie współrzędnych dwa wykresy:

- wykres doświadczalny (punkty (r^2, T^2) wyznaczone w pkt.4)

- wykres teoretyczny (prostą $y = Ax + B$ na podstawie pkt.5)

7. Metodą prostej regresji znaleźć współczynniki A' i B' dla wykresu doświadczalnego.

8. Porównać współczynniki A z A' oraz B z B'. We wnioskach omówić przyczyny ewentualnych różnic pomiędzy wykresami.

4. LITERATURA

1. W. Sawieliew, Kurs Fizyki, tom 1, PWN Warszawa 1989, str. 160 i nast.
2. K. Wróblewski, J. A. Zakrzewski, Wstęp do fizyki, tom1, PWN Warszawa 1976, str. 553 i nast.
3. H. Szydłowski, Pracownia fizyczna, PWN Warszawa 1999, str. 68 i nast.