BADANIE DRGAŃ WAHADŁA SKRĘTNEGO (TORSYJNEGO) 7

I. ZAGADNIENIA TEORETYCZNE

Ruch bryły sztywnej wokół środka masy. Moment bezwładności. Twierdzenie Steinera.
Budowa i zasada działania wahadła torsyjnego – okres drgań harmonicznych wahadła. Wzór na okres drgań wahadła skrętnego i moment kierujący – D.

II. POMIARY

Wyznaczenie wielkości potrzebnych do obliczenia momentu kierującego D

1. Zmierzyć pięciokrotnie długość **l** i średnicę **a** pręta**.** Obliczyć wartości średnie.
2. Wyznaczyć okres drgań $\mathbf{T_p}$ pręta bez kul, poprzez pomiar 20-tu pełnych wahnięć. Pomiar ten powtórzyć pięciokrotnie i obliczyć wartość średnią.

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

W doświadczeniu korzystamy z dwu par kulek, różniących się masami i średnicami. Masy i średnice kulek wyznaczamy, korzystając z wagi i suwmiarki. Kulki rozmieszczamy symetrycznie względem środka pręta. Pręt ma naniesioną skalę odległości od środka co 1 cm. Na podziałkach skali ustawiamy brzegi kulek. Ponieważ we wzorze (8a) r oznacza odległość środka masy, a nie brzegu kulki od osi obrotu, musimy to uwzględnić przy określeniu wartości r.

1. Rozmieścić parę jednakowych kulek w najbliższej odległości r od drutu, symetrycznie względem środka pręta.
2. Włączyć elektromagnes, a następnie zbliżyć do niego bliższy koniec pręta, tak by pręt pozostał w pozycji wychylonej.
3. Po wyłączeniu elektromagnesu układ zacznie wykonywać drgania. Zmierzyć dwukrotnie czas **t** wykonania 20-tu wahnięć. Aby obliczyć okres drgań, otrzymany wynik podzielić przez 20
4. Punkty 1-3 powtórzyć dla kolejnych 9-ciu odległości r.
5. Punkty 1-4 wykonać dla drugiej pary kulek.

III. OPRACOWANIE WYNIKÓW POMIARÓW

Wyznaczenie momentu kierującego D.

1. Na podstawie wzoru $m_p = \rho \cdot V = \rho l \cdot \frac{\pi a^2}{4}$ obliczyć masę m_p pręta stalowego.
2. Obliczyć moment bezwładności pręta wg wzoru $I_p = \frac{1}{12} m_p l^2$.
3. Na podstawie wzoru $D = \frac{\pi^3 l^3 a^2 \rho}{12 T_p^2}$ obliczyć wartość momentu kierującego D

Sporządzenie wykresu zależności $T^2 = f\,(r^2)$

Obliczoną wyżej wartość D podstawiamy do wzorów na współczynniki A i B

$$A = \frac{8\pi^2 m_k}{D} \qquad B = \frac{\pi^2}{3D} m_p l^2 + \frac{16\pi^2}{5D} m_k R^2$$

Przypominamy, że m_{k1}=32,6 g, R_{k1}=1 cm, m_{k2}=64,2 g, R_{k2}=1,25 cm, m_p=30,77 g, l=31 cm,
Wartości współczynników A i B musimy obliczyć dla obu par kulek, gdyż różnią się one masami.
Dla każdej pary kulek należy sporządzić dwa wykresy: wyników doświadczalnych i obliczeń teoretycznych.

1. *Wykres doświadczalny*: Na podstawie bezpośrednich pomiarów r i T obliczyć pary wartości T^2 i r^2. Wyniki obliczeń przedstawić graficznie odkładając na osi odciętych (poziomej) wartości r^2,

a na osi rzędnych T^2. Metodą regresji liniowej [3] znaleźć parametry prostej (A^*, ΔA^*, B^*, ΔB^*) stanowiącej najlepsze przybliżenie liniowe zależności $T^2(r^2)$. Wykreślić tę prostą.

2. Wykres teoretyczny: Znając wartości współczynników A i B wykreślić równanie prostej:

$$T^2 = A\, r^2 + B$$

Wyniki przedstawić na jednym arkuszu papieru milimetrowego, lub przy sporządzaniu wykresu na komputerze, na jednym arkuszu formatu A4. We wnioskach omówić przyczyny ewentualnych różnic pomiędzy obu wykresami.

IV. LITERATURA

[1] I. W. Sawieliew, Kurs Fizyki, tom 1, PWN Warszawa 1989, str. 160 i nast.
[2] A. 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.