

## 12. Sprawdzanie twierdzenia Steinera

(1 tydzień, 8 pkt.)

*Zagadnienia: moment bezwładności, środek masy, twierdzenie Steinera, wahadło matematyczne, wahadło fizyczne, drgania harmoniczne, małe drgania.*

*Literatura: Res80,321÷338, 414÷428; Res98,266÷279,344÷354; Wro1,t.1,721÷722;Szy2,287÷297.*

Celem doświadczenia jest sprawdzenie, czy związek pomiędzy okresem drgań  $T$  wahadła fizycznego a odległością osi i środka masy  $r$ , dany jest wzorem:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I + mr^2}{mgr}} \quad (12.1)$$

gdzie  $I$  jest momentem bezwładności względem środka masy,  $m$  masą wahadła a  $g$  przyspieszeniem ziemskim.

1. Pomiar zależności  $T$  od  $r$ .

a) Do płyty z wywierconymi otworami przyklejamy kartkę papieru.

b) Używając pionu i wieszając płytę na kilku otworach wyznaczamy środek ciężkości.

c) Wieszamy płytę na jakimś otworze (na ostrej krawędzi pręta, która zmniejsza opory ruchu) i mierzymy okres małych drgań. Do pomiaru okresu drgań używamy licznika drgań.

d) Ostрым końcem pręta zaznaczamy położenie osi, względem której odbywały się drgania i po zdjęciu płyty mierzymy odległość osi obrotu i środka ciężkości. Przeprowadzamy pomiary dla wielu otworów otrzymując związek pomiędzy okresem  $T$  a odległością  $r$ .

2. Opracowanie wyników

Zależność  $T$  od  $r$ , przy ustalonym  $I$ ,  $m$  oraz  $g$  można sprawdzić następująco. Przekształcając (5.1) otrzymujemy:

$$T^2 r = \frac{4\pi^2 I}{mg} + \frac{4\pi^2}{g} r^2 \quad (12.2)$$

Jeśli wyniki pomiarów przedstawimy we współrzędnych  $r^2$  oraz  $T^2 r$  (tzn. na osiach  $x$  i  $y$  będziemy odkładać odpowiednio  $r^2$  i  $T^2 r$ ), to w przypadku, gdy równanie (12.2) będzie spełnione, punkty ułożą się na linii prostej. Ze współczynnika kierunkowego można wyznaczyć wartość przyspieszenia ziemskiego.

### *Jak korzystać z licznika drgań?*

*Licznik drgań służy do zliczania drgań w zadanym czasie szczególnie przydatny jest przy mierzeniu małych okresów. Składa się z przystawki, w której umieszczono źródło światła i fototranzystor rozdzielone szczeliną, zasilacza i przelicznika P-44. Drgająca wskazówka przecina wiązkę światła i wtedy generowany jest impuls rejestrowany dalej przez przelicznik P-44. W celu uruchomienia licznika drgań włączamy zasilacz (widać padającą wiązkę światła), szczelinę przystawki umieszczamy tak, by drgająca wskazówka przecinała wiązkę światła. Włączamy przelicznik P-44, wciskamy „preset count”, ustawiamy określoną liczbę zliczeń, np.  $2 \times 10^2$  „pulses” i wciskamy przycisk „start-stop”. Przelicznik P-44 mierzy czas trwania 200 impulsów powstających w chwili przecinania wiązki światła przez wskazówkę. Zwracamy uwagę na to, że jednemu okresowi odpowiadają dwa impulsy (dlaczego?).*