

Ćwiczenie nr 2

Wyznaczanie prędkości lotu pocisku na podstawie badania ruchu wahadła balistycznego

I. Wymagania do ćwiczenia

1. Dynamika ruchu obrotowego.
2. Drgania harmoniczne

Literatura:

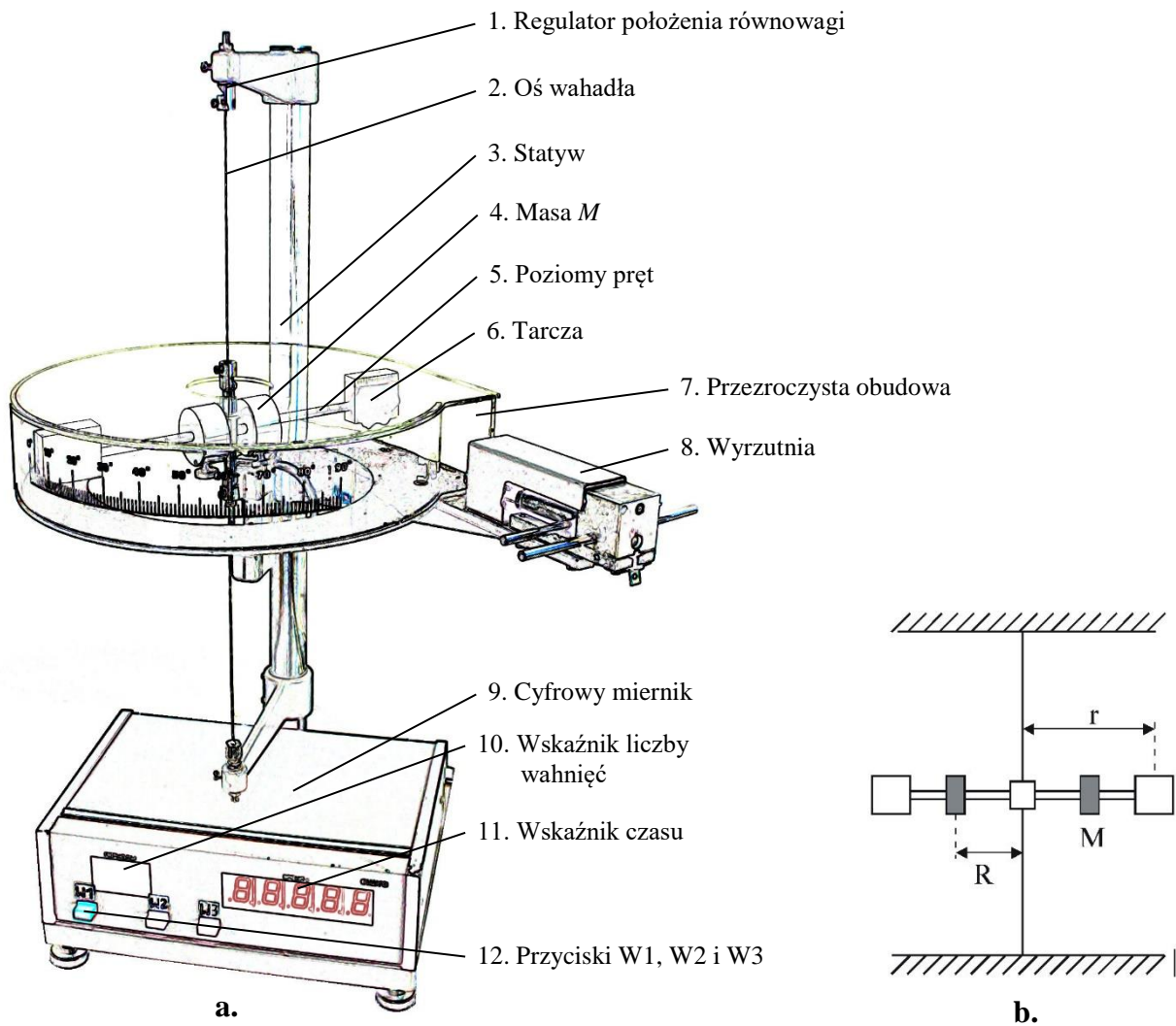
- D. Halliday, R. Resnick, J. Walker – Podstawy fizyki, t.1, PWN, Warszawa 2003, str. 260÷280, 310÷317
- D. Halliday, R. Resnick, J. Walker – Podstawy fizyki, t.2, PWN, Warszawa 2003; str. 94÷100

II. Metodologia wykonania pomiarów

Układ pomiarowy przedstawiony jest na rysunku. Poziomy pręt metalowy 5, z dwiema przesuwными masami 4 oraz z tarczą 6, jest zamocowany na osi 2 wykonanej z napiętego drutu. Wyrzutnia 8 służy do wprawiania w ruch pocisku, który uderzy w tarczę 6. Regulator 1 umożliwia ustawienie położenia równowagi wahadła dla kąta $\alpha=0$ odczytywanego na podziałce umieszczonej na obudowie 7. Za pomocą cyfrowego miernika 9 jest wykonywany pomiar czasu i liczby wahań. Wyniki tych pomiarów są wyświetlane na wskaźnikach 10 i 11. Pomiar trwa od momentu przejścia wahadła przez położenie równowagi, następujące po uprzednim przyciśnięciu przełącznika W2. Mierzenie czasu trwa do momentu przejścia wahadła przez położenie równowagi, następujące po uprzednim przyciśnięciu przełącznika W3.

Kolejność wykonywania czynności:

1. Maksymalnie zsunąć ciężarki o masie M i zmierzyć odległość R_1 (rys. 1). Przy ustalaniu położenia R_1 należy kierować się znakami naciętymi na pręcie w odstępach co 1 cm.
2. Wyzerować położenie wahadła ($\alpha = 0$).
3. Wystrzelić pocisk z urządzenia strzelającego i zmierzyć na skali kątowej maksymalny kąt wychylenia α_{\max} . Zmierzyć także odległość r od osi punktu, w który trafił pocisk. Zanotować niepewności maksymalne $\Delta\alpha$ i Δr dla obu pomiarów.
4. Włączyć i wyzerować miernik czasu (przycisk W_1).
5. Zmierzyć czas t_1 $n=10$ wahań. W tym celu odchylić wahadło o dowolny kąt, zwolnić miernik czasu (przycisk W_2) i puścić wahadło. Gdy miernik pokaże liczbę 9 wahań, nacisnąć wyłącznik W_3 .
6. Pomiar czasu t_1 powtórzyć $N=12$ razy.
7. Rozsunąć ciężarki na maksymalną odległość R_2 , zmierzyć ją i powtórzyć czynności z punktów 4 ÷ 6, mierząc czas t_2 n wahań.
8. Zważyć pocisk m na wadze analitycznej. Zanotować wielkość działki elementarnej Δm .



Rys. 2. Wygląd ogólny urządzenia pomiarowego (a.) oraz jego schemat (b.)

Tabela pomiarowa

Lp.	R_1	t_1	R_2	t_2	α_{\max}	r	m	M	D	I_0	v	$u(v)$
-	[m]	[s]	[m]	[s]	[rad]	[m]	[kg]	[kg]	[Nm]	[kgm ²]	[m/s]	[m/s]
								0.194				

III. Obliczenia

1. Obliczyć wartości średnie $t_{1\text{śr}}$ i $t_{2\text{śr}}$ oraz okresy drgań $T_{1\text{śr}} = t_{1\text{śr}}/n$ i $T_{2\text{śr}} = t_{2\text{śr}}/n$.
2. Ze wzorów:

$$D = \frac{8\pi^2 M(R_1^2 - R_2^2)}{T_1^2 - T_2^2}, \quad I_0 = \frac{2M(R_1^2 T_2^2 - R_2^2 T_1^2)}{T_1^2 - T_2^2} \quad (1)$$

obliczyć moment kierujący D sprężyny oraz stałą część momentu bezwładności wahadła I_0 . We wzorach użyć średnich wartości okresów.

3. Ze wzoru:

$$v = \frac{D\alpha_{\max}T}{2\pi mr}$$

obliczyć prędkość v pocisku. W obliczeniach należy użyć okresu drgań właściwego dla takiego rozsunęcia ciężarków, jak podczas wystrzelenia pocisku.

4. Obliczyć niepewności standardowe $u(t_{1sr})$ i $u(t_{2sr})$ metodą typu A. Należy zwrócić uwagę na to, aby nie pomylić liczby N powtórzeń pomiarów czasów t_1 i t_2 z liczbą n okresów składających się na jeden czas t_1 lub t_2 .
5. Obliczyć niepewności standardowe $u(T_{1sr})$ i $u(T_{2sr})$ z prawa przenoszenia niepewności.
6. Obliczyć niepewności standardowe $u(R_1)$ i $u(R_2)$ metodą typu B, przyjmując niepewność maksymalną $\Delta R_1 = \Delta R_2 = 1$ mm.
7. Obliczyć niepewności standardowe $u(D)$ i $u(I_0)$ z prawa przenoszenia niepewności. Masę M przyjmując jako znaną z pomijalnie małą niepewnością.
8. Obliczyć niepewności standardowe $u(\alpha_{\max})$, $u(r)$ i $u(m)$ metodą typu B na podstawie działki elementarnej. Zadbaj o to, żeby działka elementarna dla pomiaru kąta była wyrażona w radianach.
9. Obliczyć niepewność standardową prędkości pocisku $u(v)$ z prawa przenoszenia niepewności.