

Ćwiczenie 1

Wyznaczanie przyśpieszenia ziemskiego za pomocą wahadła rewersyjnego

I. Wymagania do ćwiczenia

1. Ruch harmoniczny prosty.
2. Wahadło matematyczne i fizyczne.
3. Dynamika ruchu obrotowego bryły sztywnej.

Literatura

1. I.W. Sawieliew., Kurs fizyki, t 1 PWN, Warszawa 1987 str . 222-226 .
2. J. Massalski, M. Massalska, Fizyka dla inżynierów, WNT, W-wa 2005, str.188- 197.
3. R. Resnick, D. Halliday, Fizyka, t. I, PWN, Warszawa 1998, str. 248-256, 350-354.

WERSJA B

II B. Metodologia wykonania pomiarów

Opis przyrządu pomiarowego

Widok ogólny przyrządu pokazano na rysunku poniżej.

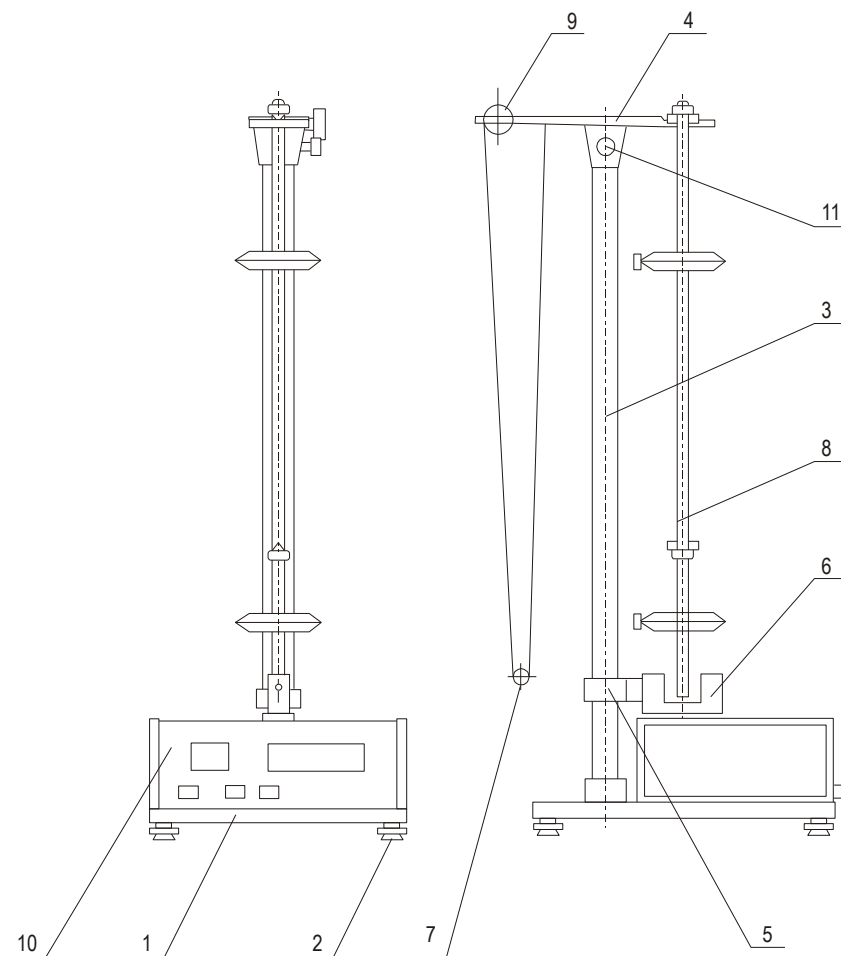
Podstawa (1) wyposażona jest w regulowane nóżki (2) umożliwiające wypoziomowanie przyrządu. W podstawie osadzona jest kolumna (3), na której zamocowano wspornik górny (4) i wspornik dolny (5) z czujnikiem fotoelektrycznym (6). Po poluzowaniu pokrętła (11) wspornik górny można obracać wokół kolumny. Dokręcenie pokrętła (11) unieruchamia wspornik w dowolnie wybranym położeniu. Z jednej strony wspornika (4) umieszczono wahadło matematyczne (7), z drugiej na wmontowanych panewkach wahadło rewersyjne (8). Długość wahadła matematycznego można regulować przy pomocy pokrętła (9), a jej wartość odczytać na skali naniesionej na kolumnie (3). Na pręcie zostały co 10 mm wykonane pierścieniowe nacięcia służące do dokładnego ustalenia długości wahadła rewersyjnego (odległości między ostrzami). Ostrza i krążki można przemieszczać wzdłuż osi pręta i unieruchamiać w dowolnym położeniu. Elementy te zostały wykonane tak, że ich wymiar wzdłuż pręta jest krotnością 10 mm, a pokrętła mocujące umieszczono tak, by korzystając z pierścieniowych nacięć można je było w sposób trwały zablokować. Wspornik dolny wraz z czujnikiem fotoelektrycznym można przemieszczać wzdłuż kolumny i unieruchamiać w dowolnie wybranym położeniu. Czujnik fotoelektryczny połączony jest z przykręconym do podstawy milisekundomierzem (10). Na płycie czołowej milisekundomierza znajdują się następujące przyciski:

W1 (SIEĆ) – wyłącznik sieci. Wciśnięcie klawisza powoduje włączenie napięcia zasilającego, co sygnalizowane jest świeceniem żaróweczki czujnika fotoelektrycznego.

W2 (ZER) – zerowanie miernika. Przyciśnięcie klawisza powoduje wyzerowanie układów milisekundomierza FPM-14 oraz wygenerowanie sygnału zezwolenia na pomiar.

W3 (STOP) – zakończenie pomiaru. Przyciśnięcie klawisza powoduje wygenerowanie sygnału kończącego proces liczenia.

Na płycie tylnej milisekundomierza znajdują się gniazdo wejściowe służące do podłączenia współpracującego czujnika fotoelektrycznego ZL-1, zacisk uziemiający ZL-2.



Przygotowanie do pomiarów

Aby przygotować przyrząd do pracy należy:

- sprawdzić czy czujnik fotoelektryczny jest podłączony do gniazda wejściowego milisekundomierza,
- skontrolować wypoziomowanie przyrządu,
- włączyć sznur sieciowy miernika do sieci zasilającej,
- wcisnąć przełącznik SIEĆ, kontrolując czy zaświeciła się żaróweczka czujnika fotoelektrycznego.

Przyrząd jest gotowy do pracy bezpośrednio po włączeniu napięcia sieciowego i nie wymaga czasu nagrzania.

Wykonanie ćwiczenia

1. Ustawić masę m_1 w położeniu wskazanym przez prowadzącego. Zawiesić wahadło w ten sposób, aby masa nieruchoma m_1 znajdowała się u góry – zawieszenie A.
2. Zmierzyć odległość między ostrzami.
3. Umieścić wahadło rewersyjne nad czujnikiem fotoelektrycznym w taki sposób, aby pręt wahadła przecinał strumień światła padającego na fotokomórkę.
4. Zamocować ruchomą masę m_2 w takim położeniu, aby jej środek znajdował się w odległości $l_A = 2$ cm od górnego ostrza.
5. Wprawić wahadło w ruch, wychylając je o $4-5^\circ$ od położenia równowagi.

6. Po naliczeniu przez miernik 9 okresów nacisnąć przycisk STOP. Zostanie zmierzony czas 10 wahań. Pomiary powtórzyć trzykrotnie. Kolejny pomiar rozpoczynamy przez wciśnięcie przycisku ZER. Nie ma konieczności zatrzymywania i ponownego wprowadzenia w ruch wahadła.
7. Odwrócić wahadło o 180° (zawieszenie B), analogicznie jak w punkcie poprzednim zmierzyć czas 10 wahań. Pomiary powtórzyć trzykrotnie.
8. Przesunąć masę m_2 o 2 cm (oddalając ją od soczewki nieruchomej), zmierzyć czas 10 wahań. Pomiary powtórzyć trzykrotnie.
9. Odwrócić wahadło i zmierzyć czas 10 wahań. Pomiary powtórzyć trzykrotnie..
10. Postępując podobnie jak w punktach 5÷9 wyznaczyć czasy trwania 10 wahań względem osi A i B dla dalszych położań l_A .
11. Obracając wspornik górny umieścić nad czujnikiem wahadło matematyczne.
12. Kręcąc pokrętką na wsporniku górnym ustalić długość wahadła matematycznego równą odległości między ostrzami A i B (długości zredukowanej) wahadła rewersyjnego. Zwrócić uwagę na to, by ryska na kulce była przedłużeniem ryski na korpusie czujnika fotoelektrycznego.
13. Wprowadzić wahadło matematyczne w ruch odchylając kulkę o $4 - 5^\circ$ od położenia spoczynkowego.
14. Zmierzyć czas trwania 10 wahań wahadła matematycznego. W tym celu po wykonaniu kilku wahań nacisnąć przycisk ZER. Po naliczeniu przez miernik 9 okresów nacisnąć klawisz STOP.

□

Tabele pomiarowe

l_{An} [m]	t_{An} [s]	t_{Ansr} [s]	T_{An} [s]	t_{Bn} [s]	t_{Bnsr} [s]	T_{Bn} [s]	l_r [m]	T [s]	$g \pm u(g)$ [m/s ²]

l [m]	t [s]	t_{sr} [s]	T [s]
0,38			

III B. Obliczenia

1. Obliczyć średnie czasy t_{Ansr} , t_{Bnsr} trwania 10 wahań wahadła wykonującego drgania względem odpowiednio osi A i B dla poszczególnych położań l_A masy ruchomej m_2 .
2. Na podstawie obliczonych w punkcie 1 czasów t_{Asr} , t_{Bsr} obliczyć okresy T_A , T_B wahadła wykonującego drgania względem odpowiednio osi A i B dla poszczególnych położań masy ruchomej m_2 .
3. Oszacować niepewności standardowe, metodą typu B dla l_A , oraz metodą typu A dla t , przyjmując: $\Delta l = 1$ mm; Δt przyjąć jako połowę maksymalnej różnicy między poszczególnymi pomiarami serii trzech pomiarów dla danego położań masy ruchomej l_A i względem danej osi (A lub B). Niepewności ΔT_A , ΔT_B obliczyć z prawa przenoszenia niepewności $u(T) = u(t)/10$.

4. Wykreślić zależności okresów T_A i T_B wahadła rewersyjnego od położenia l_A masy ruchomej m_2 . Na wykresach zaznaczyć niepewności $u(T_A)$, $u(T_B)$ i $u(l_A)$. UWAGA! Oś rzędnych, na której odkładamy wartości T_A i T_B maksymalnie rozciągnąć!
5. Z wykresu odczytać wartości okresu drgań wahadła rewersyjnego T_{AX} i T_{BY} odpowiadające punktom przecięcia krzywych $T_A(l_A)$ i $T_B(l_A)$ i obliczyć ich średnią arytmetyczną
$$T = \frac{T_{AX} + T_{AY}}{2}.$$
6. Obliczyć przyspieszenie ziemskie ze wzoru (6), wstawiając wartość średnią T .
7. Niepewność przyspieszenia ziemskiego wyznaczyć z prawa przenoszenia niepewności.
8. Sprawdzić, czy obliczona wartość g , w granicach niepewności, pokrywa się z wartością tablicową oraz porównać okresy drgań wahadła rewersyjnego i matematycznego.