

WYZNACZANIE PRZYSPIESZENIA ZIEMSKIEGO ZA POMOCĄ WAHADŁA REWERSYJNEGO

I. Zagadnienia

1. Zasady dynamiki dla ruchu obrotowego.
2. Moment bezwładności bryły sztywnej, prawo Steinera.
3. Wahadło fizyczne. Wyprowadzenie wzoru na okres drgań.
4. Przyspieszenie ziemskie, zależność g od odległości danego punktu od powierzchni Ziemi, zależność g od położenia danego punktu na powierzchni Ziemi.

II. Literatura

1. A. Piekara, Mechanika ogólna.
2. R. Resnick, D. Halliday, Fizyka cz.1.
3. A. Zawadzki, H. Hofmokr, Laboratorium fizyczne.
4. T. Dryński, Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki.

III. Wykonanie ćwiczenia

UWAGA: Metalowy krążek (soczewka) umieszczona w pobliżu końca pręta jest soczewką nieruchomą.
NIE PRZESUWAĆ SOCZEWKI NIERUCHOMEJ ANI OSTRZY !

1. Zmierzyć odległość l między ostrzami.
2. Zawiesić wahadło w ten sposób, aby soczewka nieruchoma znajdowała się u góry – zawieszenie I.
3. Umieścić wahadło rewersyjne nad czujnikiem fotoelektrycznym w taki sposób, aby pręt wahadła przecinał strumień światła padającego na fotokomórkę.
4. Zamocować ruchomą soczewkę w takim położeniu, aby jej środek znajdował się w odległości $d = 14$ cm od górnego ostrza.
5. Wychylić wahadło o $4 - 5^\circ$ od położenia równowagi, nacisnąć przycisk ZER.
6. Po naliczeniu przez miernik 20 okresów nacisnąć klawisz STOP. Obliczyć okres wahań T_{I1} .
7. Odwrócić wahadło o 180° (zawieszenie II), zmierzyć czas 20 wahań, obliczyć okres T_{II1} .
8. Przesunąć ruchomą soczewkę o 2 cm (oddalając ją od soczewki nieruchomej), zmierzyć czas 20 wahań, obliczyć T_{II2} .
9. Odwrócić wahadło i wyznaczyć T_{I2} .
10. Postępując podobnie wyznaczyć okres drgań T_I i T_{II} dla dalszych położzeń d soczewki ruchomej tj. 18, 20, 24, 26, 28, 30 cm.
11. Korzystając z uzyskanych wyników wykreślić na papierze milimetrowym (przynieść na ćwiczenia) krzywe zależności okresów T_I i T_{II} od położzeń soczewki ruchomej d .
12. **UWAGA!** Oś Y, na której odkładamy wartości T_I i T_{II} maksymalnie rozciągnąć !
13. Odczytać z wykresu te położenia d soczewki ruchomej, dla których $T_I = T_{II}$.
14. Ustawić soczewkę ruchomą w jednym z tych położzeń, zmierzyć czas trwania 10 wahań dla zawieszenia I i II, a w przypadku gdy obliczone okresy T_I i T_{II} nie są sobie równe przesunąć nieznacznie soczewkę ruchomą w jedną lub drugą stronę, aż do znalezienia położenia, dla którego $T_I = T_{II}$.
15. Podobnie znaleźć drugie położenie, dla którego $T_I = T_{II}$.
16. Obliczyć przyspieszenie ziemskie:

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$$

gdzie T – wartość okresu odczytana z wykresu (po sprawdzeniu) jednakowa dla obu zawiesznień
 $T = T_I = T_{II}$.

**WYZNACZANIE PRZYSPIESZENIA ZIEMSKIEGO ZA POMOCĄ WAHADŁA
MATEMATYCZNEGO**

1. Wspornik dolny wraz z czujnikiem fotoelektrycznym ustawić w dolnej części kolumny zwracając uwagę na to, aby górna krawędź wspornika wskazywała na skali przyrządu długość nie mniejszą niż 50 cm. Dokręcić pokrętło unieruchamiając czujnik fotoelektryczny w wybranym położeniu.
2. Obracając wspornikiem górnym umieścić nad czujnikiem wahadło matematyczne.
3. Kręcąc pokrętłem na wsporniku górnym ustalić długość wahadła matematycznego. Zwrócić uwagę na to, by ryska na kulce była przedłużeniem ryski na korpusie czujnika fotoelektrycznego.
4. Wprowadzić wahadło matematyczne w ruch odchylając kulkę o $4 - 5^{\circ}$ od położenia spoczynkowego.
5. Nacisnąć przycisk ZER.
6. Po naliczeniu przez miernik 20 okresów nacisnąć klawisz STOP.
7. Wyznaczyć okres T wahadła matematycznego.
8. Na skali przyrządu odczytać długość l wahadła.
9. Ze wzoru $g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$ obliczyć przyspieszenie ziemskie g .
10. Wykorzystując wahadło matematyczne pokazać, że w położeniu, dla którego $T_I = T_{II}$ odległość między ostrzami l jest długością zredukowaną wahadła fizycznego.

OPIS PRZYRZĄDU POMIAROWEGO

Widok ogólny wahadła uniwersalnego FPM-04 pokazano na rys.1. 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 posiada możliwość obrotu wokół kolumny. Dokręcenie pokrętła (11) unieruchamia wspornik w dowolnym, 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 wielkość ustalić wykorzystując skalę naniesioną na kolumnie (3). Wahadło rewersyjne wykonane jako stalowy pręt, na którym osadzono dwa zwrócone ku sobie ostrzami noże i dwa krążki (soczewki). Na pręcie zostały co 10 mm wykonane pierścieniowe nacięcia służące do dokładnego ustalenia długości wahadła rewersyjnego (odległość między nożami). Noże 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 uniwersalnym (10). Na płycie czołowej milisekundomierza uniwersalnego umieszczono następujące elementy manipulacyjne:

W1 (SIEĆ) – wyłącznik sieci. Wciśnięcie klawisza powoduje włączenie napięcia zasilającego. Wizualnie powoduje świecenie wskaźników cyfrowych oraz świecenie żaróweczki czujnika fotoelektrycznego.

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

W4 (STOP) – zakończenie pomiaru. Przyciśnięcie klawisza powoduje wygenerowanie sygnału zezwolenia na zakończenie procesu liczenia.

Na płycie tylnej milisekundomierza umieszczono:

ZL-1 gniazdo wejściowe służące do podłączenia współpracującego czujnika fotoelektrycznego.

ZL-2 zacisk uziemiający.

PRZYGOTOWANIE DO POMIARÓW

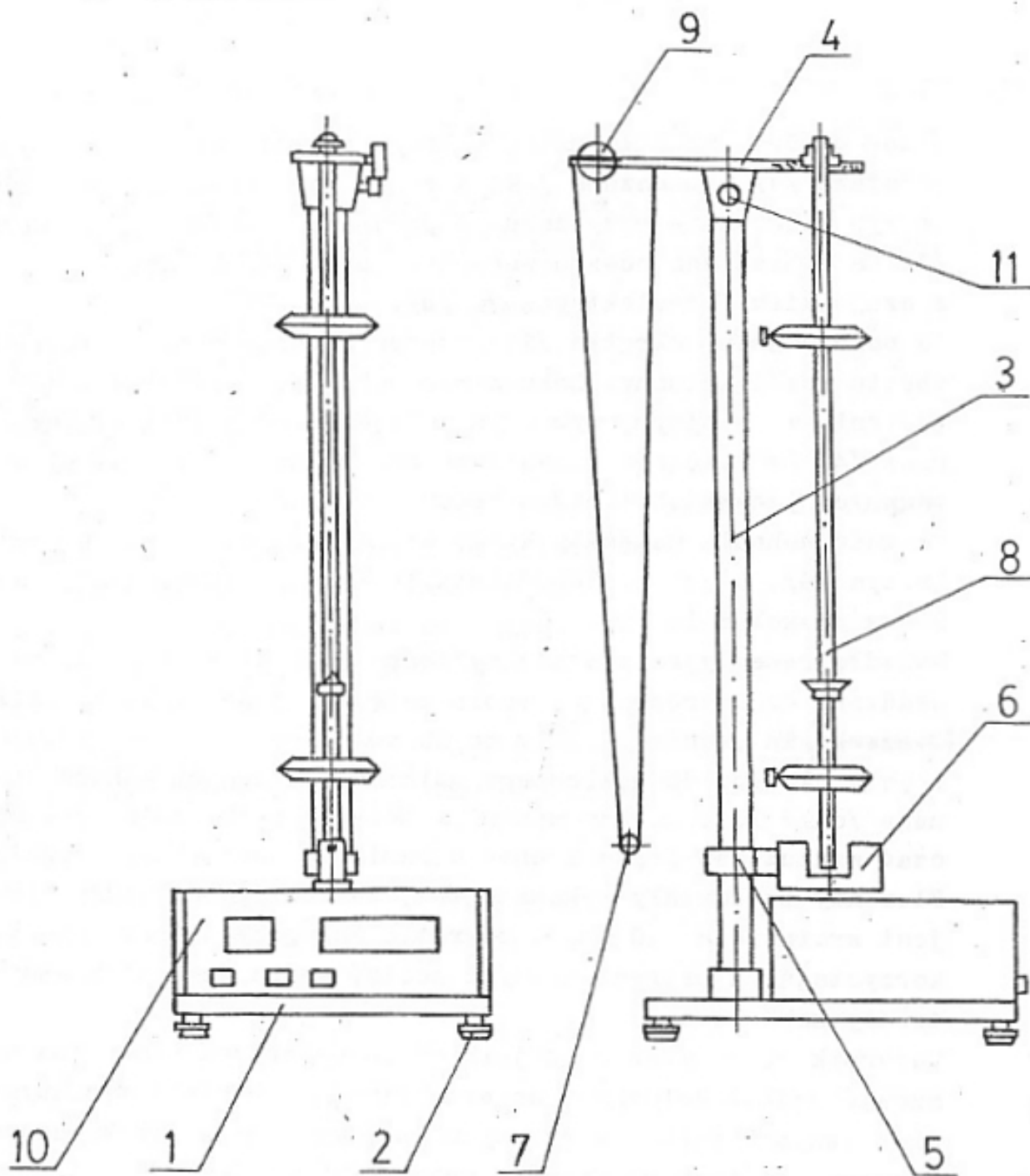
Aby przygotować przyrząd do pracy należy:

- sprawdzić czy przyrząd jest uziemiony,
- 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.

BUDOWA PRZYRZĄDU

I WIDOK OGÓLNY



WAHADŁO UNIWERSALNE widok ogólny

Imię i nazwisko.....

Tabele pomiarowe

Wahadło rewersyjne

l [m]	d [m]	20 T _I [s]	20 T _{II} [s]	T _I [s]	T _{II} [s]	d [m]	10T _I [s]	10T _{II} [s]	T _I [s]	T _{II} [s]
	0,14									
	0,16									
	0,18									
	0,20									
	0,22									
	0,24									
	0,26									
	0,28									
	0,30									

Wahadło matematyczne

l [m]	20 T [s]	T [s]
0,42		