

2

WYZNACZANIE PRZYSPIESZENIA ZIEMSKIEGO METODĄ SPADKU SWOBODNEGO

1. ZAGADNIENIA TEORETYCZNE

- Kinematyka ruchu prostoliniowego jednostajnie przyspieszonego;
- Spadek swobodny;
- Przyspieszenie ziemskie;
- Zasady dynamiki Newtona.

2. POMIARY

Uwaga: Pomiar czasu jest realizowany przy wykorzystaniu fotobramek. Obie fotobramki pracują niezależnie i mierzą czas od momentu zwolnienia elektromagnesu do momentu przejścia kulki przez daną fotobramkę. Przejście kulki przez obie fotobramki jest niezbędne do zakończenia pomiarów i wyświetlenia ich wyników na wyświetlaczu.

Zadanie 1. Pomiar zależności pomiędzy drogą a czasem

- 1) Włączyć licznik elektroniczny za pomocą przycisku znajdującego się na tylnej ścianie urządzenia (przycisk ustawić na ON).
- 2) Klikając przycisk FUNCTION ustawić tryb pracy na „g”. Tryb został poprawnie wybrany, jeśli obok „g” świeci czerwona dioda.
- 3) Ustawienie startowe: Pierwszą fotobramkę ustawić na samej górze (tuż pod magnesem). Służy ona do poprawnej aktywacji układu pomiarowego. Drugą fotobramkę ustawić na wysokości $x_1 = 10$ cm.
- 4) Załączyć elektromagnes za pomocą przycisku „ELECTROMAGNET”. Elektromagnes został włączony, jeśli nad przyciskiem świeci się czerwona dioda.
- 5) Umieścić kulkę centralnie przy elektromagnecie.
- 6) Zwolnić elektromagnes, wciskając przycisk „ELECTROMAGNET”. Stalowa kulka, opadając, wyzwala cykl pomiarowy w obu fotobramkach.
- 7) Odczytać czas t_2 (czas spadku do drugiej bramki). Wynik z pierwszej bramki ignorujemy.
- 8) Powtórzyć pomiar 5-krotnie.
- 9) Procedurę pomiarową, opisaną w punktach 3-9, powtórzyć dla ustawienia drugiej fotobramki w położeniu $x_2 = 40$ cm oraz $x_3 = 90$ cm.

Zadanie 2. Wyznaczanie przyspieszenia ziemskiego dla różnych wysokości

Wykorzystujemy obie bramki jednocześnie jako niezależne punkty pomiarowe.

- 1) Ustawić fotobramki w konfiguracji A: bramka 1 na $x_1 = 20$ cm, bramka 2 na $x_2 = 30$ cm.
- 2) Wykonać pomiar 5-krotnie. Odnotować niezależne czasy spadku: t_1 (dla 20 cm) oraz t_2 (dla 30 cm).

- 3) Przesunąć cały układ obu bramek o 20 cm w dół do konfiguracji B: bramka 1 na $x_1 = 40$ cm, bramka 2 na $x_2 = 50$ cm.
- 4) Powtórzyć czynności dla kolejnych konfiguracji: 60/70 cm oraz 80/90 cm (lub do końca skali statywu).

3. OPRACOWANIE WYNIKÓW POMIARÓW

Zadanie 1. Pomiar zależności pomiędzy drogą a czasem

- 1) Obliczyć średni czas przelotu kulki dla każdej wysokości.
- 2) Na podstawie pomiarów czasu spadania kulki (t_i) z wybranych wysokości (h_i) określ zależność między drogą a czasem tego ruchu oraz zapisz w formie równania.

Zadanie 2. Wyznaczanie przyspieszenia ziemskiego dla różnych wysokości

Obliczyć średni czas spadku kulki (t_{sr}) dla każdego ustawienia bramek.

METODA I – analiza punktowa

- 1) Dla każdej ze zmierzonych wysokości h z Zadania 2 wyznaczyć wartość przyspieszenia ziemskiego g , korzystając z odpowiedniego równania ruchu (podpowiedź w Zadaniu 1 instrukcji).

Uwaga: Przyjąć, że h jest drogą od punktu startu ($h = 0$ m) do poziomu danej bramki.

- 2) Obliczyć średnią wartość g_{sr} oraz jej niepewność pomiarową (wzór 2 ONP).

METODA II

1. Narysować wykres zależności $h = f(t^2)$. Zaznaczyć na wykresie niepewności pomiarowe, tzw. krzyże niepewności.
2. Dopasować regresję liniową i wyznaczyć współczynnik kierunkowy prostej. Na jego podstawie wyznaczyć wartość przyspieszenia ziemskiego g , wykazując związek fizyczny między tymi wielkościami.
3. Obliczyć złożoną niepewność standardową $u_c(g)$ (wzór 15 ONP) korzystając z niepewności współczynników regresji (rozdział 4.1.1 ONP).
4. Porównać otrzymany wynik z wynikiem tablicowym dla obecnego miejsca.

4. LITERATURA

- 1. H. Szydłowski, Pracownia fizyczna, PWN, Warszawa, różne wydania
- S. Szczeniowski - Fizyka Doświadczalna, PWN, Warszawa, różne wydania
- OpenStax - Samuel J. Ling, Jeff Sanny, William Moeb - Fizyka dla szkół wyższych, Tom I