

Ćwiczenie M4

Swobodny spadek ciał – analiza ruchu i wyznaczanie przyspieszenia ziemskiego

M4.1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie przyspieszenia ziemskiego poprzez analizę ruchu ciała spadającego swobodnie.

M4.2. Zagadnienia związane z tematyką ćwiczenia

- Definicja prędkości chwilowej i średniej, przyspieszenia chwilowego i średniego,
- kinematyczne równania ruchu,
- charakterystyka ruchu prostoliniowego jednostajnego, jednostajnie zmiennego i niejednostajnie zmiennego,
- ruch ciała w polu grawitacyjnym,
- zasady dynamiki Newtona,
- prawo powszechnego ciężenia,
- przyspieszenie ziemskie,
- metoda najmniejszych kwadratów.

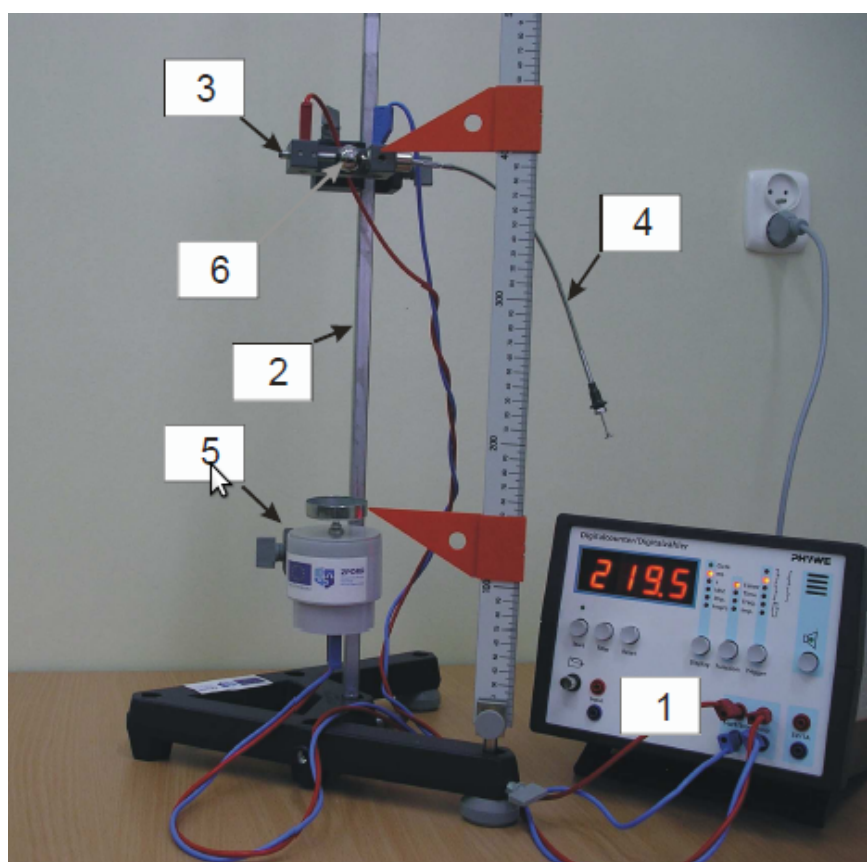
M4.3. Literatura

- [1] Halliday D., Resnick R., Walker J.: *Podstawy fizyki, cz. 1*, PWN, Warszawa.
- [2] Bobrowski Cz.: *Fizyka – krótki kurs*, WNT, Warszawa.
- [3] Szцениowski S.: *Fizyka doświadczalna, cz. 1*, PWN, Warszawa.
- [4] Massalski J., Massalska M.: *Fizyka dla inżynierów cz. 1*, WNT, Warszawa.
- [5] *Metody wykonywania pomiarów i szacowania niepewności pomiarowych*, <http://ftims.pg.edu.pl/documents/10673/20436990/wstep.pdf>

M4.4. Przebieg ćwiczenia i zadania do wykonania

Układ doświadczalny

Rysunek M4.1 przedstawia zdjęcie układu z zaznaczonymi podstawowymi elementami zestawu: **1** – miernik czasu, **2** – statyw, **3** – uchwyt kulki, **4** – mechaniczny wyzwalacz, **5** – uchwyt z szalką, **6** – stalowa kulka.



Rysunek M4.1. Zdjęcie układu pomiarowego

Przebieg doświadczenia

W celu przeprowadzenia pomiaru czasu spadku kulki z określonej wysokości należy ustawić na statywie (2) uchwyt kulki (3) i uchwyt z szalką (5) na odpo-

wiednich wysokościach. Szalka musi być wyciągnięta z uchwytu maksymalnie do góry. Następnie należy włączyć miernik (1) i wciskając przycisk „Function” wybrać timer, zaś wciskając przycisk „Trigger” wybrać funkcję oznaczoną symbolem narastającego i opadającego schodka. Kulkę (6) należy zamocować w uchwycie (3) i zablokować mechanizm wyzwacza (4). Następnie należy wcisnąć kolejno „Reset”, „Start” i uwolnić wyzwacz. Na wyświetlaczu pojawi się czas spadku. Korzystając ze śruby znajdującej się pod szalką można ją ustawić tak, aby przesunięcie jej w dół o kilka dziesiątych milimetra kończyło pomiar czasu.

Zadania do wykonania

- M4.1. Zmierzyć czas swobodnego spadku kulki z różnych wysokości. Wynik wykreślić w formie zależności $h = f(t_s)$. Skomentować uzyskany wynik.
- M4.2. Wykorzystując zależność między h i t_s wyznaczyć przyspieszenie ziemskie (metodą graficzną i/lub metodą najmniejszych kwadratów).

M4.5. Rachunek niepewności

Niepewność pomiaru h i t_s oceniamy w czasie wykonywania pomiarów na podstawie podziałki użytego przymiaru liniowego, zakresu i klasy użytych urządzeń pomiarowych (niepewność systematyczna). Wyznaczone wartości nanosimy odpowiednio na wykresy.

Niepewność pomiaru przyspieszenia ziemskiego wyznaczamy metodą graficzną i/lub obliczamy jako niepewność standardową stosując odpowiednie wzory metody najmniejszych kwadratów.