

Ćwiczenie M14

Badanie siły odśrodkowej

M14.1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest analiza ruchu ciała poruszającego się po torze kołowym, polegająca na badaniu zależności siły odśrodkowej od prędkości kątowej, promienia toru ruchu i masy ciała.

M14.2. Zagadnienia związane z tematyką ćwiczenia

- Kinematyka ruchu po okręgu punktu materialnego,
- kinematyka ruchu obrotowego,
- dynamika ruchu obrotowego,
- układy inercjalne i nieinercjalne,
- siły bezwładności,
- metoda najmniejszych kwadratów.

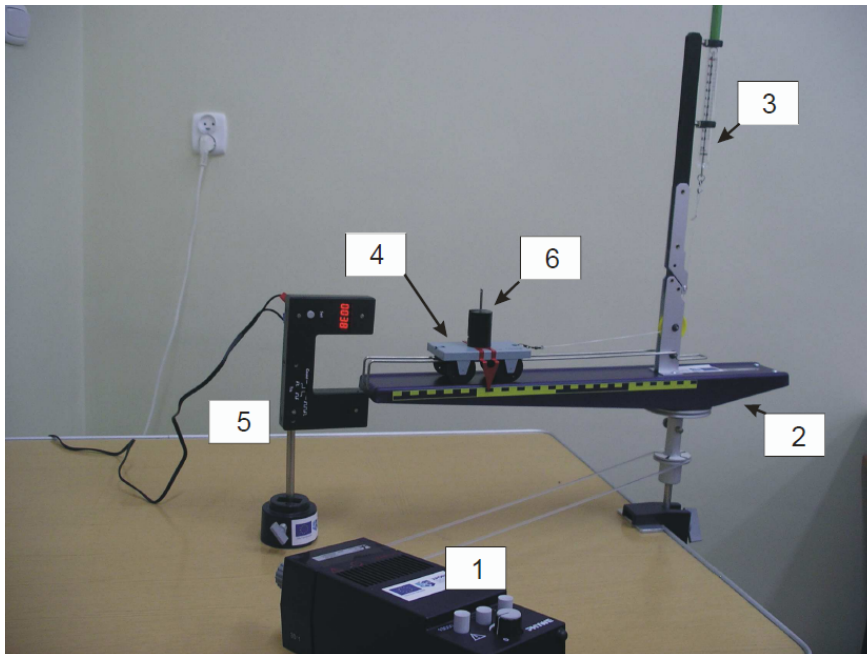
M14.3. Literatura

- [1] Halliday D., Resnick R., Walker J.: *Podstawy fizyki, cz.1*, PWN, Warszawa.
- [2] Bobrowski Cz.: *Fizyka – krótki kurs*, WNT, Warszawa.
- [3] Szczeniowski 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>

M14.4. Przebieg ćwiczenia i zadania do wykonania

Układ doświadczalny

Rysunek M14.1 przedstawia zdjęcie układu pomiarowego, w którego skład wchodzi: **1** – mechanizm wprawiający układ w ruch obrotowy i dający możliwość płynnej zmiany wartości prędkości kątowej, **2** – ramię podtrzymujące wózek, **3** – dynamometr (dający możliwość odczytu wartości siły do 2 N), **4** – wózek (ciało o masie 50 g), **5** – bramka mierząca czas obrotu ramienia z wózkiem, **6** – dodatkowe obciążenie wózka.



Rysunek M14.1. Zdjęcie układu pomiarowego

Przebieg doświadczenia

W przeprowadzonym doświadczeniu na poziomym ramieniu (**2**) znajduje się wózek (**4**) przywiązany nicią do dynamometru (**3**). Ramie może obracać się ze stałą prędkością kątową, którą dobieramy i ustawiamy za pomocą mechanizmu (**1**). Mechanizm (**1**) umożliwia płynną zmianę prędkości kątowej. Aby wyznaczyć wartość prędkości kątowej wózka, należy:

1. sprawdzić czy ramię podtrzymujące wózek (**2**) płynnie przechodzi przez bramkę (**5**);
2. za pomocą mechanizmu (**1**) wprawić ramię z wózkiem (**2**) w ruch obrotowy, stopniowo i delikatnie zwiększając jego prędkość do wybranej wartości;
3. na bramce (**5**) ustawić przełącznik tak, aby mierzony był czas jednego obrotu;
4. wcisnąć przycisk **set** – bramka zmierzy czas trwania jednego obrotu.

Podczas obrotu ze stałą prędkością kątową wózek (**4**) pozostaje nieruchomy względem ramienia (**2**). Wykorzystując centymetrową podziałkę wykonaną na ramieniu (**2**) można odczytać promień toru ruchu środka masy wózka. Siła odśrodkowa jest wtedy równoważona przez siłę, z jaką nić działa na wózek. Wartość tej siły odczytujemy na dynamometrze (**3**).

Zadania do wykonania

M14.1. Wyznaczać wartość siły odśrodkowej w funkcji prędkości kątowej i promienia toru ruchu dla nieobciążonego wózka. Wykorzystując uzyskaną zależność wyznaczyć masę wózka (metodą graficzną i/lub metodą najmniejszych kwadratów) i porównać ją z masą rzeczywistą.

M14.2. Wyznaczać wartość siły odśrodkowej w funkcji masy ciała.

Uzupełnienie do zadań M14.1 i M14.2

Zależność z zadania M14.1 można uzyskać poprzez odpowiedni dobór prędkości kątowej, tak aby siła wskazywana przez dynamometr zwiększała się stopniowo co 0,2 N, np. od 0,4 N do 1,2 N. Wtedy dla zadanej siły należy zmierzyć okres obrotu i odległość wózka od osi obrotu. Następnie należy sporządzić wykres takiej zależności wartości siły odśrodkowej od mierzonych parametrów, aby miała ona charakter zależności liniowej. Wykorzystując tę zależność metodą graficzną i/lub metodą najmniejszych kwadratów wyznaczyć parametry równania prostej. Współczynnik kierunkowy tak uzyskanej prostej jest równy masie wózka.

W przypadku zadania M14.2 należy wykonać podobne pomiary z wózkiem obciążonym dodatkową masą.

M14.5. Rachunek niepewności

Niepewności pomiaru wartości siły odśrodkowej, okresu obrotu oraz promienia toru ruchu wózka oceniamy w czasie wykonywania pomiarów na podstawie podziałek i dokładności użytych przyrządów pomiarowych. Niepewność pomiaru prędkości kątowej określamy jako niepewność wielkości złożonej. Wyznaczone wartości niepewności nanosimy odpowiednio na wykresy.

Niepewność pomiaru współczynników zależności liniowej wyznaczamy metodą graficzną i/lub obliczamy jako niepewność standardową stosując odpowiednie wzory z metody najmniejszych kwadratów.