

Siła odśrodkowa

Cel ćwiczenia

Badamy zależność siły odśrodkowej działającej na pojazd poruszający się po okręgu od jego prędkości oraz wyznaczamy promień toru pojazdu.

Wstęp

Siła odśrodkowa należy do sił bezwładności – sił pozornych obserwowanych tylko w układach nieinercjalnych, czyli poruszających się z przyspieszeniem. Jeśli ciało znajduje się w pojeździe poruszającym się po okręgu, a więc z przyspieszeniem dośrodkowym, to działa na niego siła skierowana wzdłuż promienia na zewnątrz okręgu, zwana siłą odśrodkową.

Wartość siły odśrodkowej F_r zależy od masy ciała m , prędkości v układu i promienia toru R . Siła odśrodkowa jest wprost proporcjonalna do kwadratu prędkości, a odwrotnie proporcjonalna do promienia, zgodnie ze wzorem:

(1)

$$F_r = mv^2/R$$

Prędkość liniowa (v) obiektu poruszającego się po okręgu zależy od promienia (R) oraz częstotliwości ν obrotów. Jeśli obiekt wykona w ciągu jednej sekundy ν obrotów, to droga jaką pokona w tym czasie wyniesie $2\pi R\nu$, zatem prędkość liniowa wyniesie

$$v = 2\pi R\nu = R\omega$$

gdzie $\omega = 2\pi\nu$ jest nazywana prędkością kątową,

zaś siła odśrodkowa:

(2)

$$F_r = mR\omega^2$$

Opis układu pomiarowego



Zestaw do badania siły odśrodkowej Układ pomiarowy to wagonik uwiązany na lince, poruszający się po okręgu. Prędkość wagonika możemy dowolnie zmieniać. Do linki umocowany jest elektroniczny siłomierz, który mierzy siłę napięcia linki.

Wykonanie ćwiczenia

Po zalogowaniu się do Laboratorium przyciskiem **Podłącz** wybieramy

- początkową prędkość obrotową wózek
- końcową prędkość wózek
- liczbę pomiarów.

Po naciśnięciu przycisku **Start** rozpoczyna się cykl pomiaru. Komputer sterujący ustawia początkową prędkość obrotów, którą po wykonaniu pomiaru, zmienia o wartość wynikającą z podziału różnicy prędkości końcowej i początkowej przez wybraną liczbę punktów pomiarowych. Poprzez sieć internetową wyniki pomiarów są sukcesywnie przesyłane na komputer użytkownika i wyświetlane na ekranie monitora w postaci wykresu zależności siły odśrodkowej od prędkości obrotów. W dowolnej chwili można przerwać pomiar, zapisać dane na dysku, zmienić parametry i ponownie uruchomić pomiary.

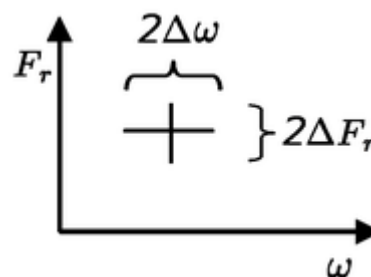
Należy zaplanować, dla jakich prędkości będziemy mierzyć siłę odśrodkową, zaczynając od najmniejszej do maksymalnej dostępnej prędkości.

Opracowanie wyników

1) Wykonujemy wykres przedstawiający zależność siły odśrodkowej F_r od prędkości kątowej wagonika ω . Każdy punkt na wykresie uzupełniamy o niepewność zmierzonej wartości siły $\Delta F_r = \dots$ oraz niepewność prędkości kątowej $\Delta \omega = \dots$ (patrz rys.2). Przez prostokąty wyznaczone niepewnościami pomiarowymi przeprowadzamy parabolę.

2) Jeśli podstawimy $X = m\omega^2$ oraz $Y = F_r$ to równanie (2) będzie postaci $Y = RX$. Jest to równanie prostej o współczynniku kierunkowym R . Wykorzystamy ten fakt do dokładnego wyznaczenia promienia toru. Wykonujemy wykres w układzie współrzędnych $X = m\omega^2$ i $Y = F_r$. Przez punkty pomiarowe przyprowadzamy prostą tak, aby przechodziła jak najbliżej wszystkich punktów. Następnie mierzymy kąt nachylenia prostej do osi X . Tangens kąta nachylenia prostej do osi X równy jest współczynnikowi kierunkowemu prostej R . Należy zwrócić uwagę na stosowane jednostki. Aby dostać promień toru w metrach, musimy prędkość wyrazić w m/s, masę w kg, a siłę w niutonach.

Niepewność wyznaczonego promienia możemy oszacować graficznie, rysując 2 proste bardziej i mniej nachylone, mieszczące się jednak w obszarze punktów doświadczalnych. Wyznamy w ten sposób maksymalną i minimalną wartość promienia R .



Rys.2. Pola niepewności pomiarowych