

ĆWICZENIE 7A.

SPRAWDZENIE DRUGIEJ ZASADY DYNAMIKI NEWTONA NA TORZE POWIETRZNYM.

Cel ćwiczenia: Sprawdzenie drugiej zasady dynamiki Newtona za pomocą toru powietrznego.

Część teoretyczna: Zasady dynamiki Newtona, definicja przyspieszenia, droga w ruchu jednostajnie przyspieszonym.

Aparatura: Tor powietrzny, fotokomórki, przystawka rejestrująca Cobra, komputer.

Wstęp.

Zgodnie z II zasadą dynamiki Newtona, w układzie inercyjnym, jeśli na ciało lub układ ciał działa niezrównoważona siła to ciało (układ ciał) porusza się z przyspieszeniem, którego kierunek i zwrot jest zgodny z kierunkiem i zwrotem siły wypadkowej. Przyspieszenie a jest wprost proporcjonalne do siły wypadkowej F a odwrotnie proporcjonalne do masy m ciała (układu ciał):

$$a = \frac{F}{m}$$

Jeśli siła i masa ciała jest stała, ruch odbywa się ze stałym przyspieszeniem.

W przypadku gdy w układzie pomiarowym znajduje się bleczek obrotowy, jak w realizowanym doświadczeniu, wówczas też uczestniczy w ruchu. Przyjmując, że ruch ten odbywa się bez poślizgu a bleczek obraca się bez oporów (masę nitki jako bardzo małą pominiemy), przyspieszenie liniowe jest równe:

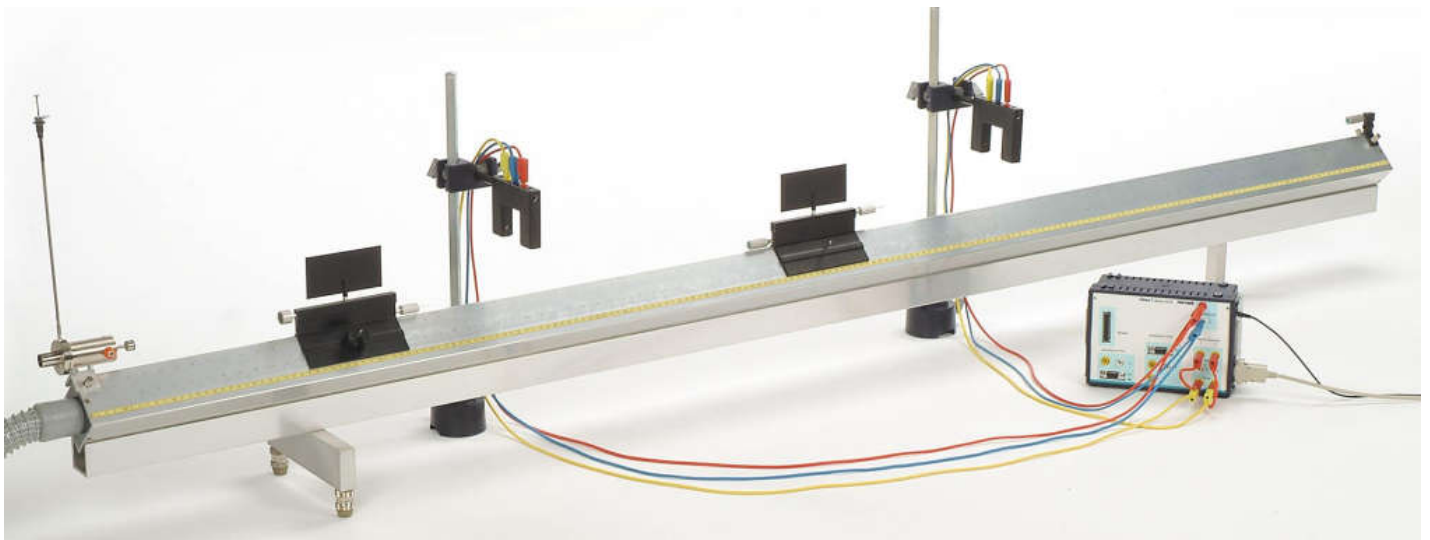
$$a = \frac{F}{m + \frac{I}{r^2}}$$

Ponieważ w realizacji doświadczenia $m \gg m_B$, więc człon I/r^2 można pominąć.

Celem ćwiczenia jest sprawdzanie drugiej zasady dynamiki Newtona, tzn. doświadczalna weryfikacja dwóch wynikających z niej stwierdzeń:

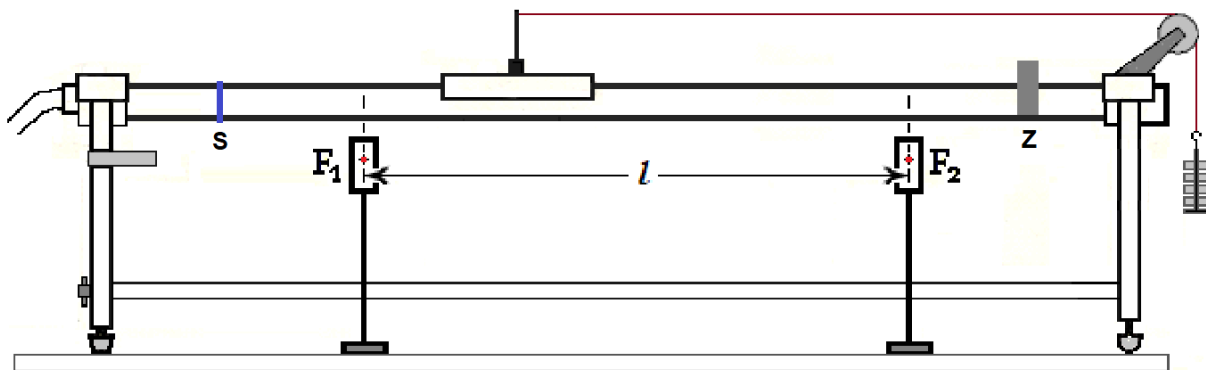
- jeśli na ciało działa stała siła, to przyspieszenia ciała, przy danej masie, jest stałe i wprost proporcjonalne do działającej siły, przy czym współczynnik proporcjonalności dany jest odwrotnością masy ciała,
- jeśli na ciało działa stała siła, to przyspieszenie ciała, przy ustalonej masie, jest stałe i odwrotnie proporcjonalne do masy ciała, przy czym współczynnik proporcjonalności dany jest wartością siły.

W doświadczeniu posługujemy się torem powietrznym. Na górnej powierzchni toru wydrążone są otwory, przez które dmuchawa pompuje powietrze utrzymując stałe ciśnienie w objętości toru. Wydostające się przez otwory powietrze unosi wózek nad torem na poduszce powietrznej, dzięki czemu możemy założyć, że porusza się on po torze bez tarcia. Do toru zamocowane są dwie fotokomórki. Do wózka zaś przytwierdzony jest ekran, który mijając fotokomórkę uruchamia pomiar prędkości wózka. Masę wózka jest regulowana.



Część praktyczna:

1. Ustaw układ pomiarowy według schematu.



- a) Pracę pomiarową zacznij od starannego wypoziomowania toru powietrznego.
 - b) Przymocuj do wózka nitkę i przewieś ją przez bloczek. Zmianę siły wymuszającej ruch uzyskasz przyczepiając do drugiego końca nitki różne ciężarki.
 - c) Na wózku możesz kłaść odważniki zmieniające jego masę, a tym samym masę całego układu.
 - d) Zamontuj zatrzymujący wózek zderzak Z.
 - e) Jeden cykl pomiarowy uzyskujesz ustawiając wózek w nieruchomej pozycji S przed pierwszą fotokomórką i ostrożnie go uwalniając.
 - f) Przed przystąpieniem do pomiarów należy dobrze rozumieć dwa aspekty tych pomiarów:
 - wpływ początkowego ustawienia wózka na zmierzone wartości,
 - potrzebę zapewnienia stałości masy układu przy zmianie masy ciężarka wymuszającego ruch.
2. W celu wyznaczenia relacji między przyspieszeniem a siłą powodującą ruch przy ustalonej masie układu:
- a) przeprowadź wielokrotnie pomiar prędkości przejazdu wózka po torze przy ustalonej masie układu i ustalonej masie ciężarka wymuszającego ruch,
 - b) powtórz pomiary dla różnych ciężarków powodujących ruch, dbając równocześnie o to, by przy zmianie tych ciężarków, masa układu pozostawała niezmienną.

Zapisz pomiary w tabeli.

$F[N]$	$m[kg]$	$l[m]$	$v_1[m/s]$	$v_2[m/s]$	$\Delta v[m/s]$	$t[s]$	$a = \frac{\Delta v}{t} \left[\frac{m}{s^2} \right]$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$

Gdzie $t = \frac{2l}{v_1 + v_2}$ oznacza czas przejazdu pomiędzy fotokomórkami

3. W celu wyznaczenia relacji między przyspieszeniem a masą układu przy ustalonej sile powodującej ruch:
 - a) przeprowadź wielokrotnie pomiar prędkości przejazdu wózka po torze przy ustalonej masie wózka ustalonej masie ciężarka wymuszającego ruch,
 - b) powtórz pomiary dla różnych mas wózka przy ustalonej wartości masy ciężarka wymuszającego ruch.

Zapisz pomiary w tabeli.

$F[N]$	$m[kg]$	$l[m]$	$v_1[m/s]$	$v_2[m/s]$	$\Delta v[m/s]$	$t[s]$	$a = \frac{\Delta v}{t} \left[\frac{m}{s^2} \right]$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$

Gdzie $t = \frac{2l}{v_1 + v_2}$ oznacza czas przejazdu pomiędzy fotokomórkami.

4. Wyznacz niepewności pomiarowe $u(t)$ i $u(a)$ korzystając z prawa przenoszenia niepewności pomiarowych.
5. W sprawozdaniu wyprowadź wzór na czas podany w instrukcji

$$t = \frac{2l}{v_1 + v_2}$$

6. Ustaw tor powietrzny pod niewielkim kątem. Sprawdź zależność przyspieszenia wózka od masy w przypadku gdy siłą wymuszającą ruch jest **tylko** składowa siły ciężkości. Dane zapisz w tabeli.

$m[kg]$	$l[m]$	$v_1[m/s]$	$v_2[m/s]$	$\Delta v[m/s]$	$t[s]$	$a = \frac{\Delta v}{t} \left[\frac{m}{s^2} \right]$
0,2						
0,3						
0,4						

7. Wyznacz niepewności pomiarowe $u(t)$ i $u(a)$ korzystając z prawa przenoszenia niepewności pomiarowych.
8. Wyciągnij wnioski porównując dane pomiarowe z wartościami teoretycznymi.

Bibliografia:

Podręcznik online- Fizyka dla szkół wyższych. <https://cnx.org/>