

3. Badanie II i III zasady dynamiki

Dynamika (1): Wprowadzenie do komputerowych systemów pomiarowych, system Pasco, II zasada dynamiki, III zasada dynamiki.

Potrzebny sprzęt	Nr części	Ilość sztuk
Pasco Sparklink Air (konsola pomiarowa)	PS-2011	1
Motion sensor PASPort (ultradźwiękowy czujnik ruchu)	PS-2103A	1
Czujnik siły	PS-2189	2
PASCar (wózek aluminiowy)	ME-6950	2
Szyna aluminiowa o długości 2,2 m (tor)		1
Krążek, sznurek, ciężarki		

Cel

Celem tego ćwiczenia jest zbadanie II i III zasady dynamiki Newtona, sporządzanie wykresów i ich analiza. Do pomiaru położenia ciała służy ultradźwiękowy czujnik ruchu PASPort firmy Pasco, natomiast do pomiaru siły czujnik siły ww. firmy.

Cele szczegółowe:

1. Dydaktyka fizyki: pojęcie prędkości chwilowej, pojęcie ruchu prostoliniowego, pojęcie punktu materialnego i systemu odniesienia, pojęcie ruchu jednostajnie przyspieszonego, graficzne przedstawienie zależności położenia od czasu, wykres prędkości od czasu, wykres przyspieszenia od czasu..
2. Informatyka stosowana: działanie czujnika położenia i czujnika siły, dokładność pomiaru, próbkowanie w czasie.

Wstęp

Pod wpływem działającej siły prędkość ciała ulega zmianie. Ciało przyspiesza (rozpędza się), gdy zwrot wektora siły jest zgodny ze zwrotem wektora prędkości ciała. Gdy zwrot wektora siły jest przeciwny do zwrotu wektora prędkości ciała wówczas ciało porusza się coraz wolniej (hamuje). Przyczyną zmiany stanu ruchu ciała jest działająca siła. Jeśli siła pozostaje stała, to ciało porusza się ze stałym przyspieszeniem.

II zasada dynamiki Newtona

Jeżeli na ciało działa stała, niezrównoważona siła, to ciało porusza się ruchem jednostajnie zmiennym, z przyspieszeniem wprost proporcjonalnym do działającej siły, a odwrotnie proporcjonalnym do masy ciała.

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

Najczęściej na ciało działa nie jedna siła, ale kilka sił. Wówczas w powyższym wzorze występuje siła wypadkowa, będąca sumą wszystkich sił składowych. Co się stanie jeśli na dwa ciała o różnej masie podziałamy taką samą siłą? Ciało o mniejszej masie będzie poruszało się z większym przyspieszeniem. Ciało o większej masie ma większą bezwładność i trudniej jest zmienić stan jego ruchu.

III zasada dynamiki

Podstawową cechą oddziaływań ciał w przyrodzie jest ich wzajemność. Miarą zaś wzajemnych oddziaływań między ciałami jest siła.

Jeżeli ciało A działa na ciało B siłą F_{AB} , to ciało B działa na ciało A siłą F_{BA} o tej samej wartości, ale o przeciwnym zwrocie.

$$\mathbf{F}_{AB} = - \mathbf{F}_{BA}$$

Każdemu działaniu towarzyszy przeciwdziałanie, każdej akcji towarzyszy reakcja.

Uruchomienie sprzętu i programu

1. Podłącz konsolę pomiarową Pasco Sparklink Air do portu USB komputera. Wtyczkę konsoli włóż do gniazdka z prądem.
2. Do konsoli podłącz czujnik ruchu PASPort.
3. Uruchom z pulpitu komputera program SPARKvue.
4. Z górnego menu wybierz ścieżkę *Dane czujnika*. Następnie wybierz szablon dla pomiarów i dla czujnika ruchu zaznacz w małym kwadracie *Pozycja*.
5. W prawym górnym rogu na ekranie w szablonach kliknij na ikonie *Wykres*.
6. W oknie wykresu na pionowym przycisku wybierz *Pozycja* (położenie), a na dolnym poziomym przycisku *Czas*. W ten sposób osie wykresu będą opisane i uzyskasz wykres położenia ciała od czasu.
7. Pomiar położenia można uruchomić naciskając zielony przycisk *Start*. Aby usunąć niepotrzebne dane na wykresie odznacz mały kwadrat obok napisu np. Seria 1.
8. Dane, które Twoim zdaniem mogą być przydatne do sprawozdania, zapisz na dysku twardym (lepiej zapisać większą ilość przebiegów pomiarowych, ale oczywiście nie wszystkie).

Zadania do wykonania:

1. Ustaw aluminiowy tor na stole i wypoziomuj go. W tym celu użyj pokręteł przy nóżkach aluminiowego toru. Postaw wózek na torze i sprawdź czy wózek nie porusza się.
2. Zapisz kilka przebiegów pomiaru położenia w czasie wózka na torze aluminiowym, który ustawiony jest poziomo na stole. Naucz się obsługiwać program pomiarowy, w szczególności odpowiednio wybierać jednostki pomiaru i ich zakres.

Instrukcja przygotowana w ramach projektu „Innowacyjne metody nauczania fizyki”, który jest współfinansowany z Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój 2014 – 2020. Oś III Szkolnictwo wyższe dla gospodarki i rozwoju Działanie 3.1 Kompetencje w szkolnictwie wyższym POWR.03.01.00-IP.08-00-PKN/18 "Programy Kształcenia Nauczycieli"

3. Zapisz kilka przebiegów pomiarów prędkości w czasie wózka na torze aluminiowym.

4. Umieść na stałe na wózku czujnik siły. Na końcu toru aluminiowego umieść krążek (kołowrotek). Do czujnika siły przywiąż nić i przełóż ją przez krążek. Wyzeruj czujnik siły naciskając na czarny mały przycisk. Na końcu zwisającej nici zawieś na pętelce ciężarek o masie 50 g. W programie SPARKvue uzyskaj dwa wykresy na ekranie: prędkości od czasu $v(t)$ i siły od czasu $F(t)$.

We wszystkich przypadkach zarejestruj (i zapisz do celów sprawozdania) wykresy $v(t)$ i $F(t)$. Analizując wykres $v(t)$ odpowiedz na pytanie czy jest to ruch ze stałym przyspieszeniem?

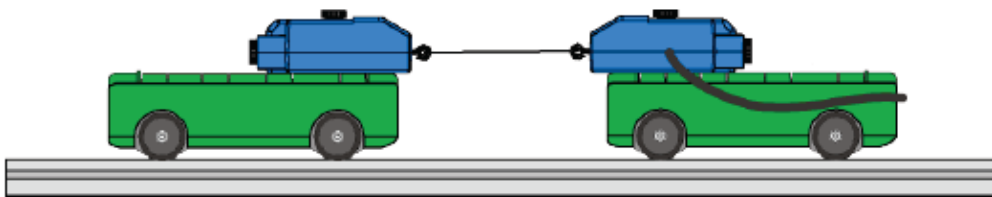
Powtórz doświadczenia, starając się utrzymać stałe przyspieszenie podczas ruchu wózka na poziomym torze aluminiowym. Na ile to się udaje?

5. Powtórz doświadczenie trzy razy dla każdej masy ciężarka. Zapisz w zeszycie masę ciężarka, wartość siły zmierzonej przez czujnik siły oraz oblicz przyspieszenie wózka.

6. Zwiększ masę ciężarka o 50 g i wykonaj trzy razy doświadczenie. Za każdym razem zapisz wykresy w pliku na dysku twardym oraz zapisz dane w zeszycie.

7. Sprawdź czy prawdziwa jest zależność między przyspieszeniem i siłą. Przyspieszenie oblicz na podstawie danych odczytanych z wykresu $v(t)$. Zastanów się jaką masę należy wstawić do wzoru w przeprowadzonych doświadczeniach? Jak myślisz czy siła tarcia ma wpływ na wyniki pomiarów i w jaki sposób należy uwzględnić ją we wzorze na II zasadę dynamiki? Zapisz odpowiedni wzór w zeszycie.

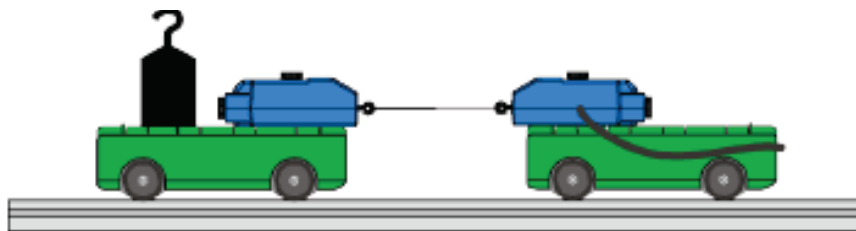
8. Na poziomo ustawionym torze aluminiowym umieść dwa wózki i przymocuj do każdego z nich czujnik siły. Wózki ustaw tak, aby haczyki czujników siły były naprzeciwko siebie. Połącz dwa haczyki sznurkiem o długości ok. 25 cm. Wyzeruj czujniki siły. W programie SPARKvue przygotuj na jednym wykresie przebiegi siły $F_1(t)$ i $F_2(t)$, czyli w czasie rzeczywistym będą rysowane dwie krzywe. Wykonaj pomiar próbny i zapisz dane do pliku.



Rys. 1. Sposób umieszczenia wózków i czujników siły.

9. Zbadaj III zasadę dynamiki. Włącz pomiar i odpychaj równocześnie, mniej więcej tak samo, dwa wózki od siebie. Obserwuj dokładnie wykresy sił w czasie rzeczywistym na ekranie. Co możesz powiedzieć o wartościach sił w tym samym czasie?

10. Na jednym z wózków połóż dodatkowy ciężarek o masie 500 g. Wyzeruj czujniki siły. Włącz pomiar i ciągnij wózek po prawej stronie w prawo. Zapisz pomiary w taki sam sposób jak w pierwszej części.



Rys.2. Dwa wózki na torze aluminiowym. Jeden z dodatkowym obciążeniem.

Jak wyglądają teraz wykresy obu sił? Czy wartości sił w konkretnej chwili czasu są takie same czy inne?

PYTANIA

1. Porównaj kształty wykresów siły pierwszej i drugiej dla pierwszego pomiaru. Czy są one do siebie w jakiś sposób podobne?
2. Co się stało z siłami mierzonymi przez czujniki, gdy na jednym z wózków umieszczono dodatkowe obciążenie?
3. Jeśli siły mają taką samą wartość i przeciwne zwroty, to jaka powinna być suma ich wartości?
4. Na podstawie swoich danych odpowiedz na pytanie: Czy siły mają takie same wartości i przeciwne zwroty?
5. Porównaj siły zmierzone przez czujniki siły.

Literatura:

1. Toruński poręcznik do fizyki. Mechanika. G. Karwasz, M. Sadowska, K. Rochowicz, Toruń 2016. II prawo dynamiki Newtona,
<http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/Ksiazki/Porecznik/4.4.pdf>
2. Toruński poręcznik do fizyki. Mechanika. G. Karwasz, M. Sadowska, K. Rochowicz, Toruń 2016. III prawo dynamiki Newtona,
<http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/Ksiazki/Porecznik/4.5.pdf>
3. M. Sadowska, Badanie trzeciej zasady dynamiki Newtona z wykorzystaniem zestawu komputerowego – scenariusz lekcji, Postępy Fizyki, 6/2009, 2009, 262-264.
4. Toruński doświadczalnik. M. Sadowska, A. Karbowski, G. Karwasz, K. Służewski, K. Febus, K. Rochowicz. Toruń 2015.
5. Czujnik ruchu firmy Pasco, PASPORT Morion Sensor,
https://www.pasco.com/prodCatalog/PS/PS-2103_pasport-motion-sensor/index.cfm

Opracowanie – dr Andrzej Karbowski