

Praca i energia

Mechanika: Wprowadzenie do komputerowych systemów pomiarowych, system Pasco, praca, energia, zasada zachowania energii.

Potrzebny sprzęt	Nr części	Ilość sztuk
Pasco Sparklink Air (konsola pomiarowa)	PS-2011	1
Motion sensor PASPort (ultradźwiękowy czujnik ruchu)	PS-2103A	1
PASCar (wózek aluminiowy)	ME-6950	1
PASPort Force Sensor (czujnik siły)	PS-2104	1
Tor PASCO długości 1,2 m		1
Kołowrotek z zaciskiem do mocowania	ME-9448A	1
Zestaw odważników z haczykami do zawieszenia	SE-8759	1
Waga		1
Sznurek o długości ok. 1 m		1

Cel

Celem tego ćwiczenia jest porównanie pracy wykonanej przez siłę wprawiającą w ruch wózek ze zmianą energii kinetycznej wózka oraz znalezienie zależności pomiędzy pracą i zmianą energii.

Cele szczegółowe:

1. Dydaktyka fizyki: pojęcie prędkości chwilowej, pojęcie ruchu prostoliniowego, pojęcie punktu materialnego, ruch jednostajnie przyspieszony, graficzne przedstawienie zależności położenia od czasu i wykresu prędkości od czasu; przebyta droga w ruchu jednostajnym, siła, pojęcie pracy i energii, zasada zachowania energii.
2. Informatyka stosowana: działanie czujników położenia i siły, dokładność pomiaru, próbkowanie w czasie.

Wstęp

Stała siła działająca na ciało podczas jego przemieszczenia, wykonuje nad tym ciałem pracę. Jeśli kierunek siły i kierunek przemieszczenia są równoległe oraz jeśli równocześnie ich zwroty są zgodne, to pracę wykonaną przez siłę można obliczyć korzystając z poniższego wzoru:

$$W = Fs$$

Jeśli wykonanie pracy powoduje zmianę położenia ciała w pionie, to zmienia się jego energia potencjalna grawitacji. Jeśli jednak wykonanie pracy powoduje tylko zmianę prędkości ciała, to następuje zmiana energii kinetycznej ciała, co opisuje poniższe równanie:

$$W = \Delta E_k = E_{k\text{końc}} - E_{k\text{pocz}} = \frac{1}{2}mv_{\text{końc}}^2 - \frac{1}{2}mv_{\text{pocz}}^2,$$

gdzie: $v_{\text{końc}}$ – końcowa wartość prędkości ciała,
 v_{pocz} – początkowa wartość prędkości ciała.

Bezpieczeństwo

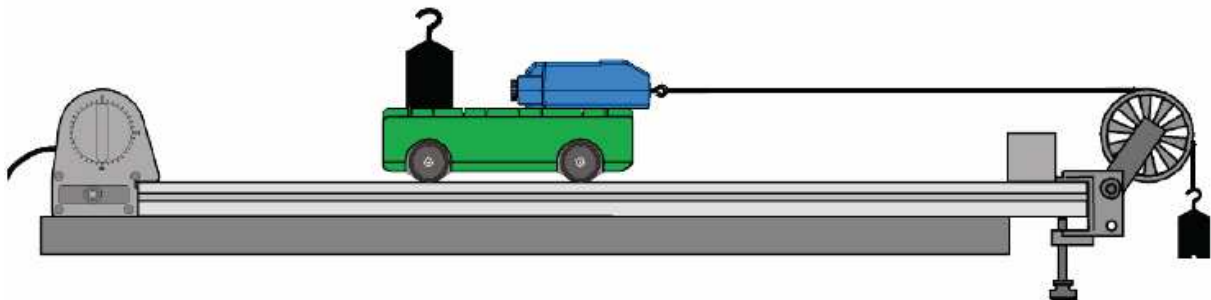
Postępuj zgodnie z instrukcjami załączonymi do sprzętu oraz z instrukcją BHP znajdująca się w laboratorium.

Uruchomienie sprzętu i programu

1. Podłącz konsolę pomiarową Pasco Sparklink Air do portu USB komputera. Wtyczkę przewodu zasilającego konsolę włóż do gniazdka z prądem.
2. Do konsoli podłącz czujnik ruchu PASPort oraz czujnik siły.
3. Uruchom z pulpitu komputera program Pasco Capstone.
4. Z górnego menu wybierz opcję *File* i *New Experiment*. Następnie kliknij na ekranie *Two Displays*. Kliknij na ikonach na środku okien i wybierz *Graph*.
5. W oknie wykresu nr 1 na pionowym przycisku *Select Measurement* wybierz *Velocity* (prędkość), a na dolnym poziomym przycisku *Time* (czas). W ten sposób osie wykresu będą opisane i uzyskasz wykres położenia ciała od czasu. W oknie wykresu nr 2 na pionowym przycisku *Select Measurement* wybierz *Force* (siła), a na dolnym *Position* (położenie)
6. Pomiar prędkości i siły można uruchomić naciskając przycisk *Record*. Aby usunąć niepotrzebne dane na wykresie użyj przycisku *Delete Last Run*.
7. Dane, które twoim zdaniem mogą być przydatne do sprawozdania, zapisz na dysku twardym w folderze c:\Ruch (lepiej zapisać większą ilość przebiegów pomiarowych, ale oczywiście nie wszystkie).

Zadania do wykonania:

1. Przymocuj czujnik siły do wózka na stałe i wyzeruj czujnik siły poprzez naciśnięcie przycisku *reset*.
2. Na końcu aluminiowego toru przymocuj kołowrotek.



Rys.1. Schemat zestawu pomiarowego na aluminiowym torze

3. Na stole umieść aluminiowy tor i wypoziomuj go kręcąc nóżkami. Postaw na nim wózek. Jeśli wózek porusza się po torze, obniż lub podwyższ jeden z końców toru. Ustaw tor tak, aby wózek się nie poruszał.
4. Zamontuj na przeciwnym końcu toru czujnik ruchu i wyreguluj czujnik tak, aby był ustawiony dokładnie naprzeciw krążka.
5. Umieść wózek z czujnikiem siły na aluminiowym torze.
6. Przełóż sznurek przez krążek, zawieś odważnik 50 g na końcu sznurka o długości ok. 1 m i przymocuj drugi koniec sznurka do czujnika siły, który umieszczony jest na wózku.
7. Użyj czujnika siły i zmierz jaką siłą działa odważnik na wózek. Za pomocą czujnika ruchu możesz zbadać jakim rodzajem ruchu porusza się wózek, który jest ciągnięty przy użyciu sznurka.

8. Uruchom w programie Capstone pomiar położenia i siły. Zapisz dane na twardym dysku w folderze c:\Ruch.
9. Połóż na wadze wózek, sznurek i „wiszący” odważnik, zważ je razem i zapisz całkowitą masę. Energia kinetyczna ciała zależy od całkowitej masy ciała, które się porusza. Połóż z powrotem wózek, sznurek i „wiszący” odważnik na torze.
10. Powtórz doświadczenie pięć razy dla różnych mas ciężarków: 50 g, 100 g, 150 g, 200 g, 250 g.

Wyznacz pracę wykonaną przez działającą siłę oraz końcową energię kinetyczną układu. Porównaj wykonaną pracę z końcową energią kinetyczną.

Przewidywania

1. Co się stanie z energią kinetyczną wózka, jeśli wykonana przez siłę praca spowoduje, że wózek przyspieszy?
2. Jak będzie wyglądało porównanie wartości wykonanej pracy nad wózkiem i jego końcowej energii kinetycznej?

Analiza

1. Skorzystaj z okna wykresu nr 1, żeby zbadać zależność prędkości wózka od czasu.
2. Ustaw kursor w maksimum prędkości i zapisz jej wartość w tabeli danych.
3. Na drugim wykresie zbadaj zależność siły działającej na wózek od położenia wózka.
4. Na podstawie wykresu $F(x)$ siły od położenia wyznacz pole powierzchni między krzywą a osią X. W ten sposób można obliczyć wartość wykonanej pracy.
5. Oblicz energię kinetyczną układu. Skorzystaj z odczytanej maksymalnej wartości prędkości oraz zważonej masy całkowitej.

Zapisz swoje wyniki i odpowiedzi w raporcie.

Raport: Praca i energia

Imię i nazwisko **Data**

Przewidywania

1. Co się stanie z energią kinetyczną wózka, jeśli wykonana praca spowoduje, że wózek przyspieszy?

2. Jak będzie wyglądało porównanie wykonanej pracy nad wózkiem i jego końcowej energii kinetycznej?

Dane

Naszczuj wykres zależności prędkości od czasu oraz wykres zależności siły od położenia dla jednego z pomiarów. Pamiętaj o podpisaniu osi wielkościami fizycznymi i o zapisaniu ich jednostek.

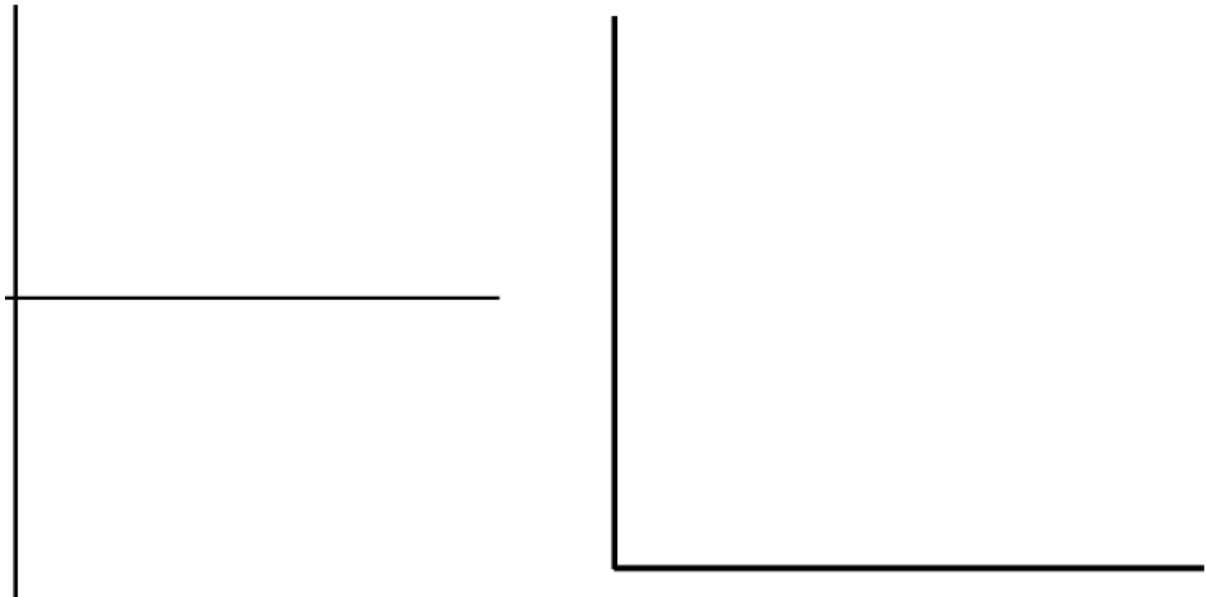


Tabela danych

Pomiar	Wartość
Całkowita masa układu	
Maksymalna prędkość	
Wykonana praca	
Końcowa energia kinetyczna	
Procentowa różnica	

Obliczenia

Oblicz końcową energię kinetyczną wózka. Jako masę ciała przyjmij całkowitą masę układu, a za prędkość maksymalną prędkość wózka. Energię kinetyczną oblicza się korzystając z poniższego wzoru:

$$E_{kin} = \frac{1}{2}mv^2,$$

gdzie: m – masa, v – wartość prędkości.

Oblicz procentową różnicę między wykonaną pracą (pole pod wykresem krzywej) i końcową energią kinetyczną:

$$roznica \% = \left| \frac{W - E_{kin}}{W} \right| \cdot 100\%$$

Pytania

1. Co się dzieje z energią kinetyczną, gdy wykonywana jest praca nad układem?
2. Porównaj końcową energię kinetyczną z wykonaną pracą.
3. Energia kinetyczna ciała jest mierzona w dżulach – J, a praca jest mierzona w N·m. Jaka jest zależność między dżulem a N·m?
4. Czy Twoje wyniki pokrywają się z przewidywaniami?

Literatura:

1. G. Karwasz, Dzienniczek gimnazjalisty, Rozdział III: Energia i moc
http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/nowa_strona/?q=node/491
2. G. Karwasz, M. Sadowska, K. Rochowicz, Toruński poręcznik do fizyki. Mechanika, Toruń 2016. http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/nowa_strona/?q=node/163
3. M. Sadowska, A. Karbowski, G. Karwasz, K. Służewski, K. Febus, K. Rochowicz. Toruński doświadczalnik. Toruń 2015.
http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/TPSS/Pliki/Elektromagnetyzm_TPSS_opisy_doswiadczen.pdf
4. Czujnik ruchu firmy Pasco, PASPORT Morion Sensor,
https://www.pasco.com/prodCatalog/PS/PS-2103_pasport-motion-sensor/index.cfm

Opracowanie – dr Andrzej Karbowski.