



TPSS - Teaching Physics in Secondary School

Doświadczenia z wykorzystaniem zestawu PASCO

Autor:

Mgr Magdalena Sadowska

Współpraca:

Prof. dr hab. inż. Grzegorz Karwasz



TPSS - Teaching Physics in Secondary School

SPIS TREŚCI

		Strona
1.	Doświadczenie: III zasada dynamiki Newtona	3
2.	Raport: III zasada dynamiki Newtona	8
3.	Doświadczenie: Wykres położenia	10
4.	Raport: wykres położenia	14
5.	Doświadczenie: Praca i energia	17
6.	Raport: praca i energia	21
7.	Doświadczenie: Przyspieszenie na równi pochyłej	23
8.	Raport: Przyspieszenie na równi pochyłej	26
9.	Doświadczenie: Spadek swobodny	29
10.	Raport: Spadek swobodny	33
11.	Doświadczenie: Popęd i zmiana pędu	35
12.	Raport: Popęd i zmiana pędu	39



TPSS - Teaching Physics in Secondary School

1. Doświadczenie: III zasada dynamiki Newtona

Mechanika: III zasad dynamiki Newtona: akcja i reakcja; GLX plik tug of war

Potrzebny sprzęt	Nr części	Ilość sztuk
PASPORT Xplorer GLX	PS-2002	1
PASPORT force sensor (czujnik siły)	PS-2104	2
Tor PASCO długości 1,2 m		1
GOcar (samochodzik)	ME-6951	2
Zestaw odważników z haczykami do zawieszenia	SE-8759	1
Opleciony sznurek	SE-8050	0,2m

CEL

Celem tego ćwiczenia jest wyznaczenie sił działających między dwoma ciałami i porównać siły działające na każde z dwóch ciał.

WSTĘP

Trzecia zasada dynamiki Newtona: Gdy dwa ciała oddziałują ze sobą, siły, jakimi działają one na siebie mają taką samą wartość bezwzględną i przeciwne zwroty.

Trzecia zasada dynamiki jest też nazywana zasadą akcji i reakcji. Można więc ją sformułować w następujący sposób: Każda akcja powoduje reakcję o przeciwnym kierunku (zwrocie).

W tradycyjnym przeciąganiu liny zwycięska drużyna nie zawsze ma najsilniejszych, największych czy najcięższych zawodników. Zwycięża ta drużyna, która lepiej ciągnie linę w swoją stronę. Siły, jakimi działają na linę dwie drużyny, są co do wartości bezwzględnej takie same, ale mają przeciwne zwroty.

BEZPIECZEŃSTWO

- Postępuj zgodnie z instrukcjami załączonymi do sprzętu.

NA POCZĄTKU

Aby zmierzyć siły, jakimi działają na siebie wózki, trzeba zamocować parę czujników siły na wózkach. Należy też użyć Xplorer GLX w celu nagrania i późniejszego odtwarzania pomiarów siły z czujników. Porównaj wartości bezwzględne i kierunki (zwroty) każdej z sił.



TPSS - Teaching Physics in Secondary School


PRZEWIDYWANIA

W poniższą tabelkę wpisz swoje przypuszczenia dotyczące działających sił w następujących przypadkach.:

Przypadek	Przewidywanie
Równe masy	
Wózek 1: dodatkowe obciążenie	
Wózek 2: dodatkowe obciążenie	

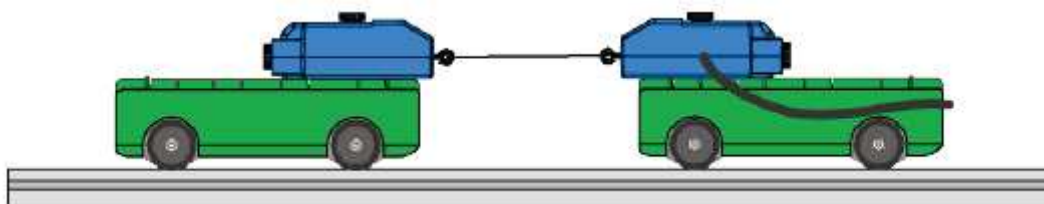
SPOSÓB POSTĘPOWANIA

Uruchomienie GLX

1. Włącz GLX naciskając przycisk . Otwórz GLX i uruchom plik instalacyjny „tug of war” (sprawdź w Dodatku na końcu tej instrukcji).
 - Okno wykresu otworzy się z wykresem zależności siły od czasu dla obu czujników siły.
2. Plik jest ustawiony w taki sposób, że jeden z czujników siły wysyła pozytywny sygnał, gdy jest popchnięty (szarpnięty), a drugi wysyła negatywny sygnał, gdy jest popchnięty. Częstość próbkowania wynosi 20 razy na sekundę (20 Hz).
3. Podłącz pierwszy czujnik siły do pierwszego portu, a drugi czujnik do drugiego portu GLX.

Ustawienie sprzętu

1. Ustaw tor poziomo na równej powierzchni i wypoziomuj. (Połóż wózki na torze. Jeśli wózki zjeżdżają w jedną lub drugą stronę, podwyższ lub obniż tor na jednym z końców.)
2. Zamocuj hak na końcach każdego czujnika i połóż je na wózkach. Połóż wózki na środku toru z czujnikami ustawionymi przodem do siebie.
3. Utnij kawałek sznurka, zrób pętelki na końcach i przyczep je do haczyków.



TPSS - Teaching Physics in Secondary School


Rys.1. Ustawienie sprzętu


Zapisywanie danych.

- UWAGA: Łatwiej wykonać to ćwiczenie, jeśli dwie osoby trzymają wózki, a trzecia zajmuje się Xplorer GLX.

Część 1: Równe masy

Wyzeruj każdy czujnik siły – naciśnij zero na czujnikach.

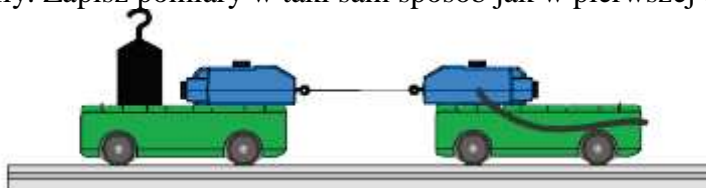
Naciśnij start , aby rozpocząć zapisywanie danych. Pociągnij wózki w przeciwne strony. Staraj się je ciągnąć z taką samą siłą.

Naciśnij  po około 10 sekundach od popchnięcia wózków, aby zatrzymać zapisywanie danych.

Część2: Dodatkowe obciążenie na pierwszym wózku

Na jednym z wózków połów dodatkowe obciążenie o masie 500 g (lub 0,4 kg).

Wyzeruj czujniki siły. Zapisz pomiary w taki sam sposób jak w pierwszej części.



Rys.2. Z dodatkowym obciążeniem.


Część 3: Dodatkowe obciążenie na drugim wózku

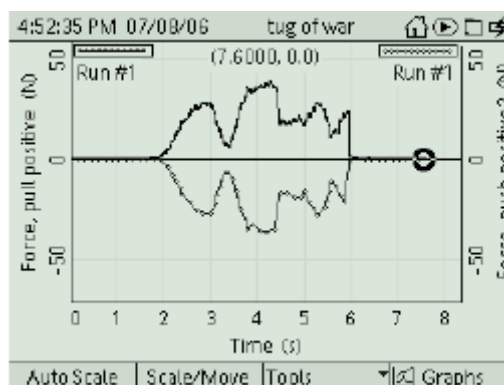
Przełóż dodatkowe obciążenie z pierwszego wózka na drugi.

Zapisz dane tak jak poprzednio.

ANALIZA



Otwórz okno z wykresami, aby przyjrzeć się i omówić zapisane wyniki pomiarów sił wykonanych przez oba czujniki. Porównaj pomiary czujnika pierwszego z pomiarami drugiego we wszystkich przypadkach.

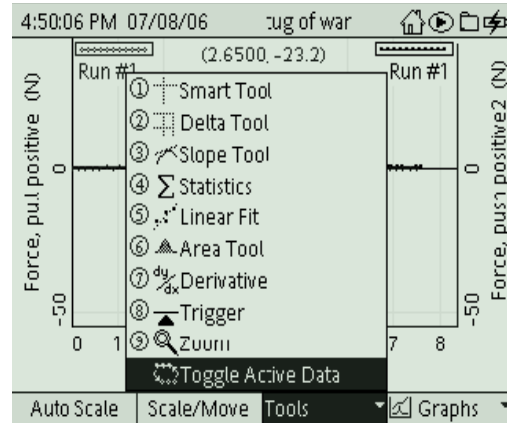
- Okno z wykresami pokazuje dane z obu czujników siły. Jeden z wykresów jest „aktywny” i jest trochę ciemniejszy od drugiego.
1. Aby przejść z jednego do drugiego wykresu, trzeba wcisnąć F3 i wybrać „Toggle Active Data”. Aby zatwierdzić przejście naciśnij .



Rys.3. Aktywne dane są pogrubione.

TPSS - Teaching Physics in Secondary School

2. W celu dokonania zmian na wykresie np. pokazania tylko wybranego zakresu danych, naciśnij , aby aktywować menu pionowej osi.
3. Aby odczytać wartość siły w dowolnej chwili, trzeba użyć narzędzia: „Smart Tool”. W tym celu naciśnij F3, otworzy się menu narzędzia – Tool. Aby je wybrać trzeba przesunąć kursor za pomocą strzałek z klawiatury i ustawić go na „Smart Tool”, następnie zatwierdzić wybór klikając .
 - „Smart Tool” wskazuje współrzędne wybranego punktu.
4. Opisz (nadaj nazwę) wyniki pomiarów wykonanych przez oba czujniki dla każdego przypadku w tabeli danych, są one raportem laboratoryjnym – Lab Report.



Rys.4 Wybierz „Toggle Active Data”




Zapisz swoje wyniki i odpowiedz na pytania zawarte w Lab Report.

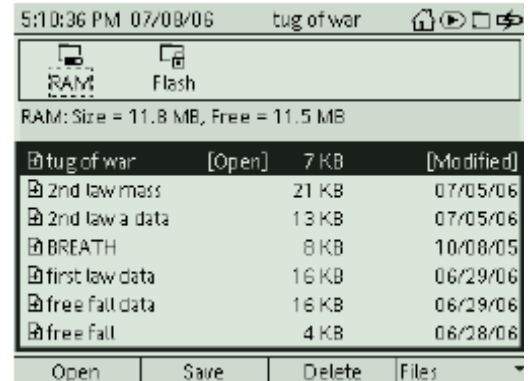


TPSS - Teaching Physics in Secondary School

DODATEK

Otwarcie pliku GLX

Aby otworzyć plik GLX, idź do Okna Domowego – Home Screen (naciśnij ). Następnie wybierz pliki z danymi – Data Files i uaktywnij naciskając Activate . Z plików z danymi wybierz ten, który chcesz używając strzałek. Naciśnij F1, aby go otworzyć. Jeśli chcesz wrócić do domowego okna wciśnij . Aby otworzyć okno wykresu naciśnij F1.



Ikona plików z danymi.



TPSS - Teaching Physics in Secondary School

2. Raport: III zasada dynamiki Newtona

Imię i nazwisko _____ Data _____

PRZEWIDYWANIA

W poniższą tabelkę wpisz swoje przypuszczenia dotyczące działających sił w następujących przypadkach.:

Przypadek	Przewidywanie
Równe masy	
Wózek 1: dodatkowe obciążenie	
Wózek 2: dodatkowe obciążenie	

DANE

Naszkić wykres zależności siły od czasu dla jednego z pomiarów. Pamiętaj o podpisaniu osi, zapisaniu jednostek.



TPSS - Teaching Physics in Secondary School



TABELA Z DANYMI

Co możesz powiedzieć o działających siłach w każdym z poniższych przypadków?

Przypadek	Wyniki
Równe masy	
Wózek 1: dodatkowe obciążenie	
Wózek 2: dodatkowe obciążenie	

PYTANIA

1. Porównaj kształty wykresów siły pierwszej i drugiej dla pierwszego pomiaru. Czy są one do siebie w jakiś sposób podobne?



TPSS - Teaching Physics in Secondary School

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.

TPSS - Teaching Physics in Secondary School

3. Doświadczenie: wykres położenia

Kinematyka: zależność położenia od czasu, ruch prostoliniowy, rysowanie wykresów;

GLX plik: **position match**

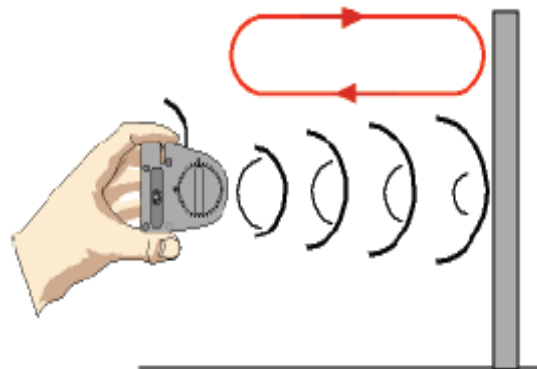
Potrzebny sprzęt	Nr części	Ilość sztuk
PASPORT Xplorer GLX	PS-2002	1
PASPORT motion sensor (czujnik ruchu)	PS-2103	1
Blok z ruchomym prętem	SA-9242	1
Tablica z czujnikiem ruchu (opcjonalnie)		1

CEL

Celem tego ćwiczenia jest badanie wykresów ruchu (zależności położenia od czasu). Do pomiaru ruchu służy czujnik ruchu. Postaw czujnik i poruszaj się z różnymi prędkościami po linii prostej naprzeciw niego. Wyzwaniem jest poruszanie się w taki sposób, aby wykres twojego ruchu był takim wykresem zależności położenia od czasu, jakim ruchem się poruszałeś. Użyj Xplorer GLX, aby nagrać i odtworzyć dane.

WSTĘP

Gdy opisujemy ruch ciała, podajemy: punkt odniesienia, względem którego się ono porusza, jego prędkość i kierunek ruchu, jego przyspieszenie (zmiany w kolejnych etapach ruchu). Dalmierz echolokacyjny, taki jak czujnik ruchu, wysyła ultradźwięki, które odbijają się od ciała, w ten sposób określa jego położenie. Kiedy ciało się porusza, zmiana jego położenia jest mierzona wiele razy na sekundę. Zmiana położenia w pewnym przedziale czasu jest wyrażana jako prędkość (mierzona w metrach na sekundę m/s). Zmiana prędkości w pewnym przedziale czasu nazywana jest przyspieszeniem (mierzone jest ono w metrach na sekundę do kwadratu m/s^2).



Rys.1 Czujnik ruchu

Położenie ciała w danym przedziale czasu może być zaznaczana na wykresie. Wykres jest matematycznym obrazem ruchu ciała. Dlatego też ważne jest zrozumienie, jak interpretować wykres zależności położenia od czasu. W tym ćwiczeniu będziesz kreślił wykres ruchu w rzeczywistym czasie tzn. w czasie, w którym ruch miał miejsce.

TPSS - Teaching Physics in Secondary School

PYTANIA WSTĘPNE

Co się będzie działo z wykresem zależności położenia od czasu, jeśli będziesz odsuwać czujnik ruchu od ściany? Co się będzie działo z wykresem zależności położenia od czasu, jeśli będziesz przysuwać czujnik do ściany?

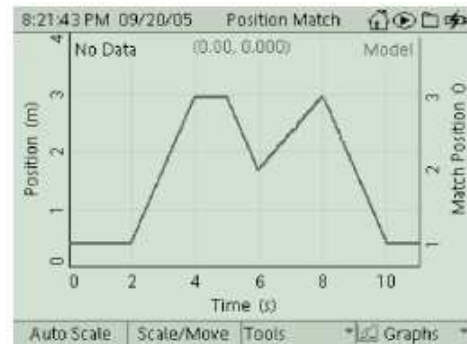
BEZPIECZEŃSTWO

- Postępuj zgodnie z instrukcjami załączonymi do sprzętu.

SPOSÓB POSTĘPOWANIA

Uruchomienie GLX

1. Włącz GLX naciskając przycisk . Otwórz GLX i uruchom plik instalacyjny **position match** (sprawdź w Dodatku na końcu tej instrukcji).
 - Plik otwiera się przedstawiając wykres zależności położenia (m) od czasu (s). Jest także wyposażony w możliwość obliczania punktów dopasowania.
2. Podłącz czujnik ruchu do jednego z portów GLX.



Rys.2 Plik: zależność położenia od czasu

Ustawienie sprzętu

1. Ustaw przełącznik znajdujący się na czujniku ruchu na odpowiednim zakresie pomiaru odległości.
2. Przykręć blok z ruchomym prętem do trójdzielnego gniazdka znajdującego się w tylnej części Xplorera GLX.
3. Zamontuj czujnik ruchu do bloku z ruchomym prętem, tak jak pokazano na rysunku. Obróć główkę czujnika ruchu w taką stronę, w którą skierowana jest górna część Xplorera.



Zapisywanie danych



TPSS - Teaching Physics in Secondary School

Rys.3 Ustawienie i sposób podłączenia sprzętu

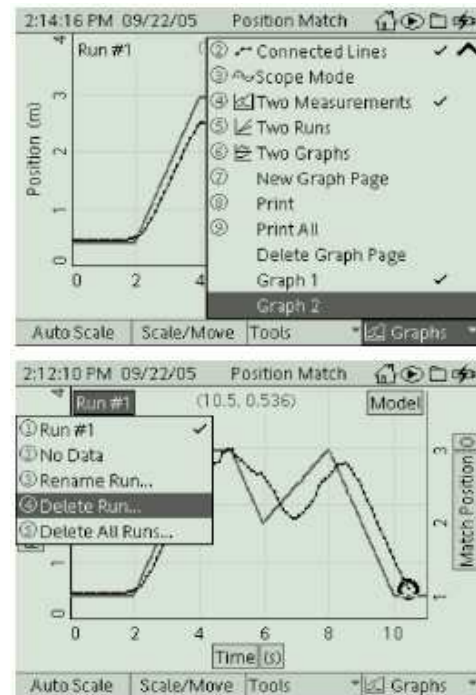
1. Stań przodem do ściany lub osoby trzymającej tablicę.
2. Przyjrzyj się wykresowi.
3. Naciśnij start (▶) na GLX, aby dane były zapisywane.
4. Poruszaj się do przodu i do tyłu względem ściany, aby dopasować wykres zależności położenia od czasu.
5. Po około 11 sekundach naciśnij stop (▶), aby zakończyć zapisywanie danych.



Rys.4 Sposób postępowania

ANALIZA

1. Aby otworzyć menu naciśnij F4. Wybierz „wykres 2”. Żeby zaakceptować wybór kliknij (✓).
 - „Błędny” wykres będzie wyświetlał punkty w jednostkach: m*s. Lepiej będzie, jeśli dopasujesz niżej położone punkty na wykresie zależności położenia od czas.
2. Aby wrócić do początkowego wykresu, naciśnij F4 i wybierz „wykres 1”. Zaakceptuj wybór klikając (✓).
3. W celu wyświetlenia menu osi pionowej na „wykresie 1” naciśnij (✓). Korzystając ze strzałek wybierz menu „Run number” i zaznacz (✓), aby otworzyć menu. Wybierz numer pomiaru i wykasuj dane, jeśli jest to konieczne.
4. Powtórz powyższe czynności kilka razy i zapisz najlepiej dopasowane punkty w raporcie – Lab Report.



Rys.5 Analiza




Zapisz wyniki w Lab Report.

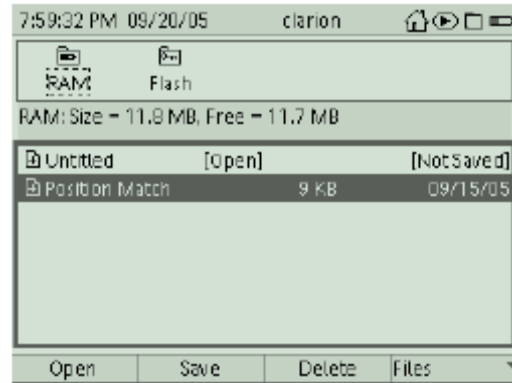


TPSS - Teaching Physics in Secondary School

DODATEK

Otwarcie pliku GLX

Aby otworzyć plik GLX, idź do Okna Domowego – Home Screen (naciśnij ). Następnie wybierz pliki z danymi – Data Files i uaktywnij naciskając Activate . Z plików z danymi wybierz ten, który chcesz używając strzałek. Naciśnij F1, aby go otworzyć. Jeśli chcesz wrócić do domowego okna wciśnij . Aby otworzyć okno wykresu naciśnij F1.



Ikona plików z danymi.



TPSS - Teaching Physics in Secondary School

PODSUMOWANIE

1. Narysuj wykres zależności prędkości od czasu korzystając z wykresu położenia od czasu. Pamiętaj o podpisaniu osi odpowiednimi wielkościami i zapisaniu jednostek.



2. Opisz krótko ruch korzystając z wykresów. W notatce powinny znajdować się informacje dotyczące prędkości i położenia, włączając ich zwroty.



TPSS - Teaching Physics in Secondary School

5. Doświadczenie: Praca i energia

Mechanika: praca i energia, zasada zachowania energii;

GLX plik: **work energy**

Potrzebny sprzęt	Nr części	Ilość sztuk
PASPORT Xplorer GLX	PS-2002	1
PASPORT Motion Sensor (czujnik ruchu)	PS-2103	1
PASPORT Force Sensor (czujnik siły)	PS-2104	1
Tor PASCO długości 1,2 m		1
GOcar (wózek)	ME-6951	1
Krażek linowy z zaciskiem do mocowania	ME-9448A	1
Zestaw odważników z haczykami do zawieszenia	SE-8759	1
Waga	SE-8723	1
Spleciony sznurek o długości 1 m	SE-8050	

CEL

Celem tego ćwiczenia jest porównanie pracy wykonanej przez wózek ze zmianą energii kinetycznej wózka oraz określenie zależności między pracą i zmianą energii.

WSTĘP

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

$$W = F s$$

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:

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

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

BEZPIECZEŃSTWO

Postępuj zgodnie z instrukcjami załączonymi do sprzętu.

NA POCZĄTKU

Użyj czujnika siły, żeby zmierzyć siłę, jaką działa przesuwający się odważnik na wózek. Czujnik ruchu zbada ruch wózka, który jest ciągnięty przy użyciu sznurka. Żeby



TPSS - Teaching Physics in Secondary School


zapisać i odtworzyć pomiary wykonane przez oba czujniki, skorzystaj z Xplorer GLX. Wyznacz pracę wykonaną przez siłę oraz końcową energię kinetyczną układu. Porównaj wykonaną pracę z końcową energią kinetyczną.

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?

SPOSÓB POSTĘPOWANIA

Uruchomienie GLX

1. Włącz GLX naciskając przycisk . Otwórz GLX i uruchom plik instalacyjny „**work energy**” (sprawdź w Dodatku na końcu tej instrukcji).
 - Plik jest ustawiony w taki sposób, że siła jest mierzona 50 razy na sekundę (50 Hz), a ruch 20 razy na sekundę (20 Hz). Okno wykresu otwiera się z wykresem zależności położenia od czasu. Drugi wykres przedstawia zależności siły od czasu.
2. Podłącz czujnik ruchu do pierwszego portu, a czujnik siły do drugiego portu GLX.

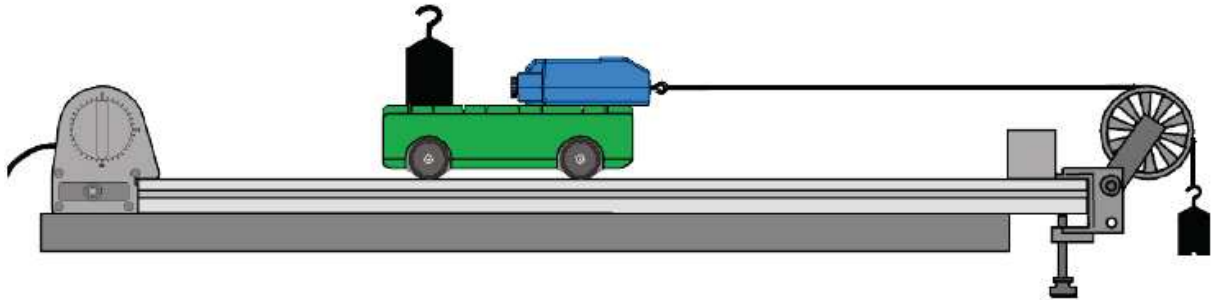
Ustawienie sprzętu

1. Ustaw zakres pomiaru czujnika ruchu za pomocą włącznika umieszczonego na czujniku.
2. Połóż tor na poziomej powierzchni i go wypoziomuj. Jeśli wózek się porusza po torze, obniż lub podwyższ jeden z końców toru. Ustaw tor tak, aby wózek się nie poruszał.
3. Postaw krążek z zamocowaniem na jednym z końców toru. Zamontuj na przeciwnym końcu toru czujnik ruchu i wyreguluj czujnik tak, aby był ustawiony dokładnie naprzeciw krążka.
4. Na wózku zamontuj czujnik siły i obciąż go dodatkową masą – 0,2 kg. Postaw wózek na torze. Wyzeruj czujnik siły.
5. Przywiąż do wózka sznurek, a potem przełóż go przez krążek. Dopasuj długość sznurka w taki sposób, aby sznurek dotykał podłogi, gdy wózek znajduje się tuż obok krążka.
6. Na końcu sznurka umocuj odważnik o masie 0,02 kg. Przesuń krążek, aby sznurek był równoległy do toru.
7. Połóż na wadze wózek, sznurek i „wiszący” odważnik, zważ je razem i zapisz całkowitą masę. (Energia kinetyczna zależy od całkowitej masy, która się porusza.) Połóż z powrotem wózek, sznurek i „wiszący” odważnik na torze.



Rys.1 Ustawienie zakresu

TPSS - Teaching Physics in Secondary School



Rys.2 Ustawienie sprzętu

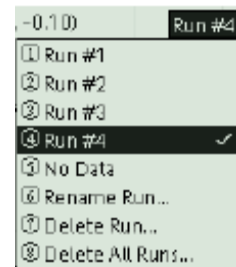
Zapisywanie danych

- UWAGA: Łatwiej wykonać ćwiczenia, jeśli jedna osoba trzyma wózek, a druga Explorer GLX.
1. Ustaw wózek w takiej odległości od krążka, aby „wiszący” odważnik znajdował się obok krążka.
 2. Przytrzymaj kabel od czujnika siły, żeby mógł się łatwo poruszać.
 3. Żeby zacząć zapisywanie danych naciśnij start . Puść wózek.
 4. Zakończ zapisywanie danych zanim wózek będzie bardzo blisko krążka naciskając .
- UWAGA: Nie dopuść do tego, żeby wózek uderzył w krążek.

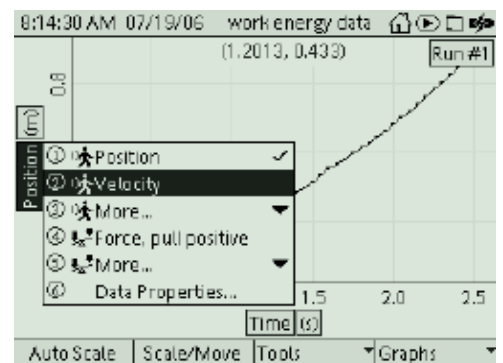
ANALIZA

Skorzystaj z okna wykresu, żeby zbadać zależność położenia wózka od czasu oraz prędkości wózka od czasu. Na drugim wykresie zbadaj zależność siły od położenia.

1. Można wybrać zakres danych z osi pionowej, które chcemy widzieć na wykresie. W tym celu włącz menu osi pionowej klikając . Żeby przejść do „Run #_” w lewym górnym rogu, trzeba nacisnąć strzałkę . W celu otarcia menu i wybrania kroku pomiarowego naciśnij .
2. Zmień okno wykresu, żeby zobaczyć zależność prędkości od czasu. Włącz menu osi pionowej klikając . Korzystając ze strzałek wybierz prędkość – velocity i kliknij .
3. Ustaw kursor w maksimum prędkości i zapisz jej wartość w tabeli danych.
4. Przejdź do drugiego wykresu. Wciśnij F4, otworzy się wtedy menu, wybierz wykres 2 – graph 2. Potwierdź wybór klikając .
5. Znajdź pole pod wykresem. Ustaw kursor w punkcie początkowym. Otwórz menu „Tool” i wybierz „Area Tool”. Naciśnij , żeby potwierdzić wybór.
6. Pole powierzchni to pole między krzywą a osią X. Zapisz wartość wykonanej pracy.



Rys.3 Wybór danych



Rys.4 Wybór prędkości






TPSS - Teaching Physics in Secondary School

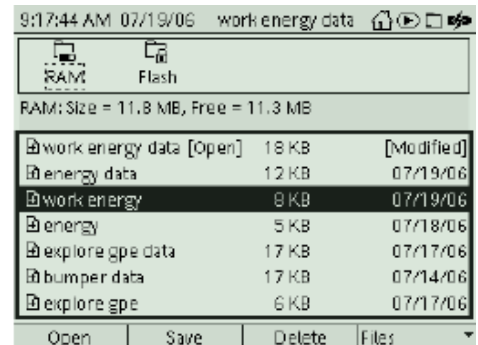
7. Oblicz energię kinetyczną układu. Skorzystaj z odczytanej maksymalnej wartości prędkości oraz zważonej masy całkowitej.

Zapisz swoje wyniki i odpowiedzi w raporcie.

DODATEK: Otwarcie pliku GLX

Aby otworzyć plik GLX, idź do Okna Domowego – Home Screen (naciśnij ). Następnie wybierz pliki z danymi – Data Files i uaktywnij naciskając Activate . Z plików z danymi wybierz ten, który chcesz używając strzałek. Naciśnij F1, aby go otworzyć.

Jeśli chcesz wrócić do domowego okna wciśnij . Aby otworzyć okno wykresu naciśnij F1.



9:17:44 AM 07/19/06 work energy data

File Name	Size	Modified
work energy data [Open]	18 KB	[Modified]
energy data	12 KB	07/19/06
work energy	8 KB	07/19/06
energy	5 KB	07/18/06
explore gpe data	17 KB	07/17/06
bumper data	17 KB	07/14/06
explore gpe	6 KB	07/17/06

Open Save Delete Files



TPSS - Teaching Physics in Secondary School

6. Raport: Praca i energia

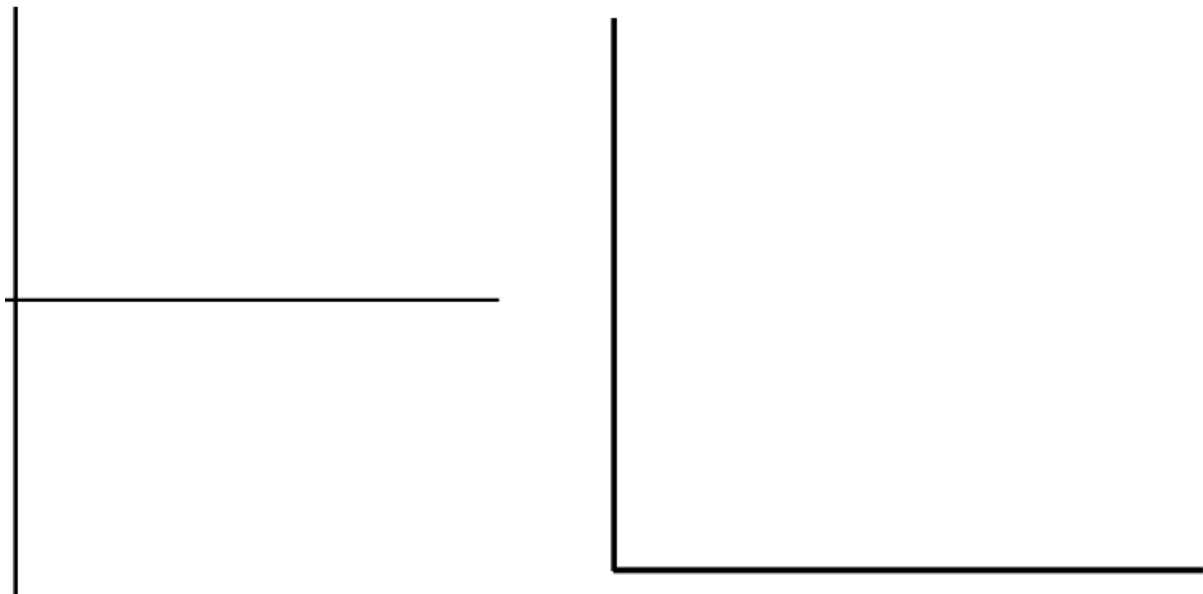
Imię i nazwisko _____ Data _____

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

Naszkiej 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.





TPSS - Teaching Physics in Secondary School

Tabela danych

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

Obliczenia

Oblicz końcową energię kinetyczną, jako masę przyjmij całkowitą masę układu, a za prędkość maksymalną prędkość. Energię kinetyczną oblicza się korzystając ze 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 jest mierzona w dżulach – J, a praca jest mierzona w N·m. Jaka jest zależność między dżulem a N·m?



TPSS - Teaching Physics in Secondary School

4. Czy Twoje wyniki pokrywają się z przewidywaniami?



TPSS - Teaching Physics in Secondary School

7. Doświadczenie: Przyspieszenie na równipochyłej

Kinematyka: ruch prostoliniowy, stałe przyspieszenie, sporządzanie wykresów.

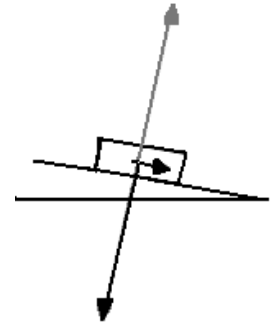
Potrzebny sprzęt	Nr części	Ilość sztuk
PASPORT Xplorer GLX	PS-2002	1
PASPORT motion sensor (czujnik ruchu)	PS-2103	1
Tor PASCO o długości 1,2 m		
Wózek	ME-6951	1
Książka		2

CEL

Celem tego ćwiczenia jest zbadanie zależności między położeniem, prędkością i przyspieszeniem w ruchu prostoliniowym.

WSTĘP

Stałe przyspieszenie oznacza, że zmiany prędkości są stałe. Może to również oznaczać stałą zmianę szybkości, stałą zmianę kierunku (tak jak w ruchu po okręgu) albo kombinację. Chociaż stała prędkość jest łatwa do zrozumienia, graficzna reprezentacja stałego przyspieszenia zawiera wiele fundamentalnych koncepcji kinematyki. Nachylenie wykresu zależności prędkości od czasu jest przyspieszeniem. Stosunek jednostek osi pionowej do jednostek osi poziomej daje jednostkę przyspieszenia obiektu. Nachylenie wykresu prędkości jest dodatnie lub ujemne, co ujawnia kierunek (zwrot) przyspieszenia obiektu zależnie od czujnika.



Jeśli wózek porusza się po równi, która nachylona jest pod kątem θ , składowa siły działającej na wózek równoległa do powierzchni równi jest równa $mg \sin\theta$, gdzie m – masa wózka, g – przyspieszenie ziemskie.

Jeśli pominiemy tarcie, przyspieszenie wózka powinno wynieść $g \sin\theta$ dla obu górnej i dolnej nachylonej płaszczyzny.

PYTANIA WSTĘPNE

Aby zmierzyć ruch wózka w dół i pod górę nachylonej równi, użyj czujnika ruchu. Skorzystaj z Xplorer GLX w celu nagrania i odtwarzania ruchu. Określ czy przyspieszenie ruchu pod górę i w dół po nachylonej równi jest stałe.

BEZPIECZEŃSTWO

- Postępuj zgodnie z instrukcjami załączonymi do sprzętu.

TPSS - Teaching Physics in Secondary School

SPOSÓB POSTĘPOWANIA

Uruchomienie GLX

1. Podłącz czujnik ruchu do jednego z portów GLX, który znajduje się w górnej części Xplorera. Ustaw przełącznik znajdujący się na czujniku ruchu na odpowiednim zakresie pomiaru odległości.
2. Włącz GLX naciskając przycisk

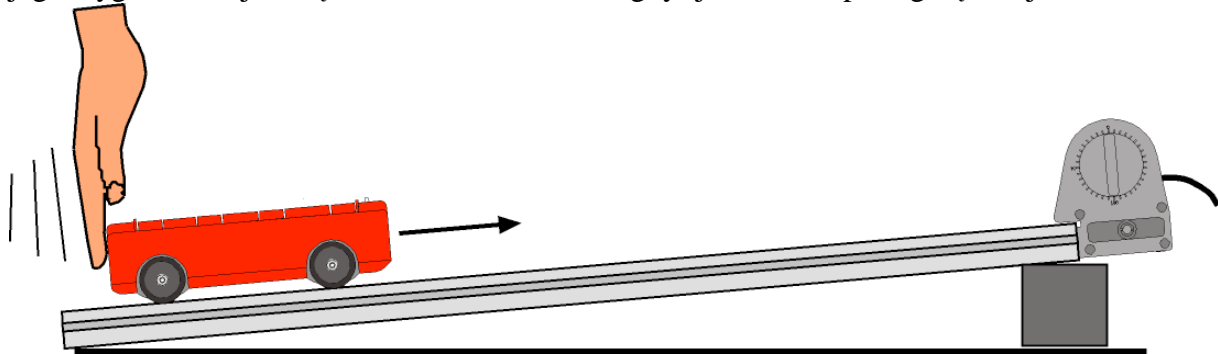
 - Okno wykresu otwiera się z wykresem zależności położenia (m) od czasu (s).



Rys.1 Czujnik ruchu

Ustawienie sprzętu

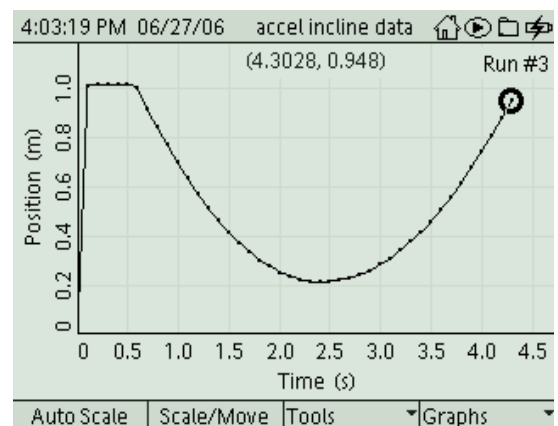
1. Ustaw tor na stole, a na jednym z końców przymocuj czujnik ruchu.
2. Pod ten sam koniec podłóż książki, aby tor był nachylony pod małym kątem.
3. Umieść wózek na torze tak, aby był skierowany w stronę czujnika. Ustaw czujnik tak, aby jego sygnał odbijał się od wózka zarówno gdy jedzie on pod górę i zjeżdża w dół.



Rys.2 Ustawienie sprzętu

Zapisywanie danych

- UWAGA: Ćwiczenie łatwiej się wykonuje, gdy jedna osoba trzyma wózek, a druga obsługuje Xplorer GLX.
1. Naciśnij start () na GLX, aby rozpocząć pomiar sygnału czujnika.
 2. Popchnij wózek w kierunku czujnika ruchu. (Nie pozwól, by wózek zbliżył się do czujnika na odległość mniejsza niż 15 cm.) Kontynuuj gromadzenie danych, dopóki wózek nie wróci na początek toru (naciśnij a dół).
 3. Naciśnij () , żeby zakończyć zapisywanie danych, gdy tylko wózek zjedzie w dół na koniec toru.



Rys.3 Wykres zależności

- Okno wykresu pokaże wykres zależności położenia od czasu

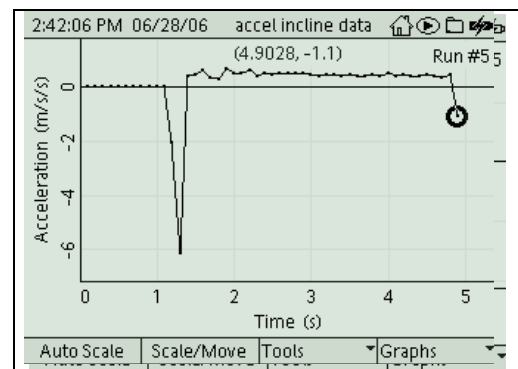
TPSS - Teaching Physics in Secondary School

położenia od czasu.

ANALIZA

Najpierw odzyskaj tangens kąta nachylenia wykresu prędkości i czasu, aby wyznaczyć przyspieszenie dla obu przypadków, gdy wózek wjeżdża do góry i zjeżdża w dół. Następnie znajdź średnią wartość przyspieszenia korzystając z wykresu zależności przyspieszenia od czasu.

1. W oknie wykresu uaktywnij oś pionową, naciskając . Ponownie wciśnij , aby otworzyć menu osi. Korzystając ze strzałek wybierz „More” i naciśnij , żeby uaktywnić submenu.
2. Wybierz „Velocity” (prędkość) z submenu i naciśnij , aby potwierdzić wybór. Wykres będzie zależnością prędkości (m/s) od czasu (s).
 - Zwróć uwagę na to, że część wykresu znajduje się poniżej osi x – ma wartości ujemne, a część dodatnie (ponad osią). Dzieje się tak, ponieważ czujnik interpretuje ruch w swoim kierunku jako ujemny, a w kierunku przeciwnym jako dodatni.
3. Skorzystaj ze strzałek (prawej i lewej), żeby ustawić kursor w punkcie, w którym wózek zaczął się poruszać. Wciśnij F3, aby otworzyć menu narzędzi – „Tool”. Wybierz liniowe dopasowanie – „Linear fit” i naciśnij , aby zaakceptować wybór.
 - Tangens kąta nachylenia wykresu po dopasowaniu liniowym jest średnią wartością przyspieszenia.
4. Zapisz wartość w raporcie – Lab Raport.
5. Naciśnij F3, aby otworzyć menu narzędzi – „Tool” oraz , aby wyłączyć dopasowanie liniowe – „Linear fit”.
6. Zmień wykres na pokazujący zależność przyspieszenia od czasu. Wciśnij , aby uaktywnić oś pionową. Jeszcze raz naciśnij , aby otworzyć menu osi. Wybierz przyspieszenie – „Acceleration” z menu i wciśnij , by potwierdzić wybór.
7. Zaznacz część wykresu, która pokazuje ruch wózka pod górę i z powrotem na dół toru. Wybierz punkt, w którym ruch się rozpoczął za pomocą strzałek (lewej i prawej).
8. Wciśnij , aby otworzyć menu narzędzi – „Tool”, wybierz „Statistic” i zaakceptuj naciskając .
 - „Statistic” – statystyka pokazuje :minimum – Min., maksimum – Max. oraz Θ . „Avg.” To średnia wartość przyspieszenia wózka.
9. Zapisz wartość średniego przyspieszenia w raporcie – Lab Report.



Rys. 4 Wykres zależności prędkości od czasu

Rys.5 Dopasowanie liniowe

Rys.6 Wykres zależności przyspieszenia od czasu.



TPSS - Teaching Physics in Secondary School

Zapisz wyniki i odpowiedzi na pytania w Raporcie.

8. Raport: Przyspieszenie na równi pochyłej

Imię i nazwisko _____ Data _____

DANE

Korzystając z danych pochodzących z czujnika ruchu naszkicuj wykres zależności położenia od czasu i prędkości od czasu wózka wjeżdżającego i zjeżdżającego. Podpisz osie, pamiętaj o jednostkach.

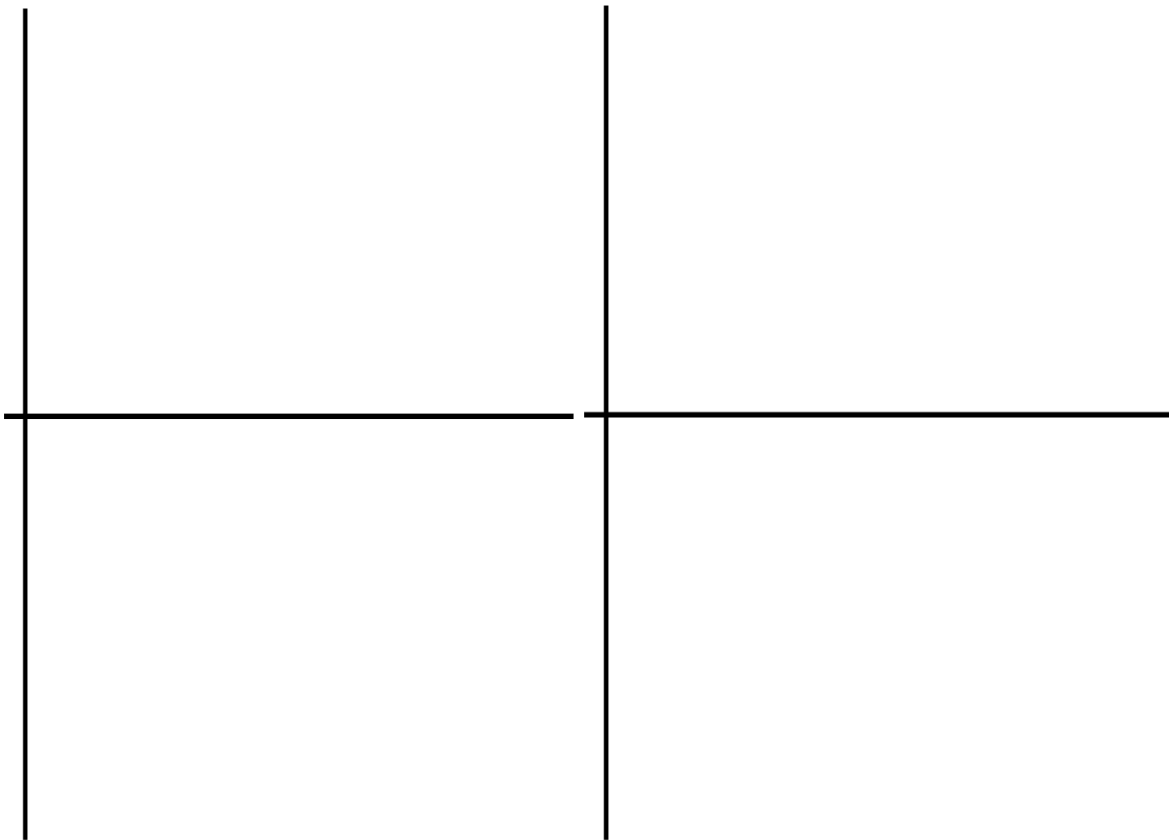


TABELA DANYCH

Wielkość	Wartość
Przyspieszenie (nachylenie)	m/s ²
Przyspieszenie (średnie)	m/s ²



TPSS - Teaching Physics in Secondary School

PYTANIA

1. Opisz położenie zależności od czasu korzystając z okna wykresu. Dlaczego odległość zaczyna się w maksimum i maleje, gdy wózek podjeżdża w górę równi?
2. Opisz wykres zależności prędkości od czasu.
3. Opisz wykres zależności przyspieszenia od czasu, który został utworzony przez program.
4. Porównaj przyspieszenie wyznaczone z kąta nachylenia wykresu prędkości i czasu oraz wartość średnią przyspieszenia otrzymaną z wykresu przyspieszenia.



TPSS - Teaching Physics in Secondary School

9. Doświadczenie: Spadek swobodny

Kinematyka: ruch prostoliniowy, przyspieszenie, spadek swobodny, sporządzanie wykresów.

Plik GLX: **free fall**

Potrzebny sprzęt	Nr części	Ilość sztuk
PASPORT Xplorer GLX	PS-2002	1
PASPORT motion sensor (czujnik ruchu)	PS-2103	1
Statyw z podstawą	ME-9355	1
Stalowy drążek o dł. 45 cm	ME-8736	1
Podwójna klamra - uchwyt	ME-9873	1
Taśma miernicza 1,5 m	PM-8761	1
Piłka, gumka		

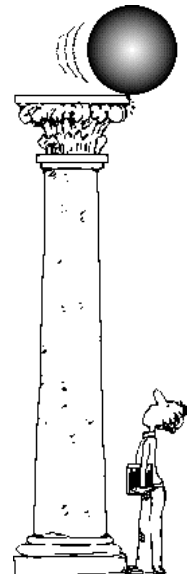
CEL

Celem tego ćwiczenia jest zmierzenie przyspieszenia spowodowanego grawitacją spadających przedmiotów.

PODSTAWY

Ponad dwadzieścia dwa wieki temu Arystoteles – grecki filozof i naukowiec, postulował istnienie naturalnej siły powodującej spadanie ciężkich przedmiotów na Ziemię. Nazwał ją siłą grawitacji. W XVII wieku angielski uczony Isaak Newton udowodnił, że grawitacja jest uniwersalną siłą, która działa również poza Ziemią. Jest to siła, która powoduje ruch obiegowy Księżyca wokół Ziemi oraz ruch Ziemi wokół Słońca.

Podczas spadku swobodnego na ciało działa tylko siła grawitacji. Gdy ciało spada swobodnie, wzrasta jego prędkość czyli przyspiesza. Dla ciał spadających blisko powierzchni Ziemi, zmiana prędkości jest stałą wartością. Ta stała wartość jest przyspieszeniem spowodowanym grawitacją. Jeśli pominiemy opór powietrza, spadająca piłka przyspiesza tak, jakby spadała swobodnie. Możesz zmierzyć ruch spadającej piłki, aby znaleźć przyspieszenie ziemskie.



BEZPIECZEŃSTWO

- Postępuj zgodnie z instrukcjami załączonymi do sprzętu.



TPSS - Teaching Physics in Secondary School

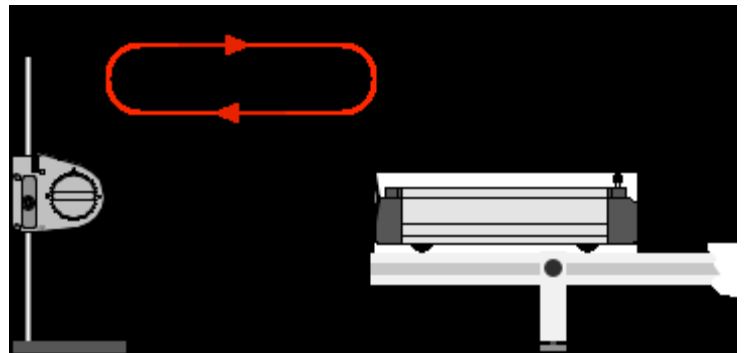
WSTĘP

Skorzystaj z czujnika ruchu, który będzie mierzył ruch piłki podczas spadania i odbijania się. Aby zapisać wyniki pomiaru i przeanalizować położenie i prędkość piłki, użyj Xplorer'a GLX. Korzystając z wykresu zależności prędkości od czasu wyznacz przyspieszenie piłki.

KILKA INFORMACJI O CZUJNIKU RUCHU

Czujnik ruchu wysyła impulsy ultradźwiękowe i odbiera echo sygnału, który odbija się od obiektu.

Program mierzy czas, który mija między wysłaniem sygnału i jego powrotem. Połowa zmierzonego czasu jest czasem potrzebnym na dotarcie ultradźwięku do przedmiotu. Prędkość ultradźwięków jest równa prędkości dźwięku (około 344m/s czyli około 770 mil/h). Na tej podstawie program oblicza odległość obiektu:




$$\text{odległość} = \frac{\text{zmierzony czas}}{2} \cdot \text{prędkość dźwięku}$$

Prędkość dźwięku w powietrzu zależy od kilku czynników, włączając temperaturę powietrza. Ponieważ temperatura powietrza może ulegać zmianie, prędkość dźwięku w powietrzu też może się zmieniać. Możesz wykalibrować czujnik ruchu tak, że używa odpowiedniej wartości prędkości dźwięku.

SPOSÓB POSTĘPOWANIA

Uruchomienie GLX

1. Włącz GLX naciskając przycisk . Otwórz GLX i uruchom plik **free fall** (sprawdź w Dodatku na końcu tej instrukcji).
2. Plik otwiera się przedstawiając wykres zależności położenia (m) od czasu (s).
 - W pliku częstotliwość mierzenia jest ustawiona na 40 Hz (40 pomiarów na sekundę).
3. Podłącz czujnik ruchu do jednego z portów GLX. Wybierz odpowiedni zakres pomiaru – „far” (daleki).

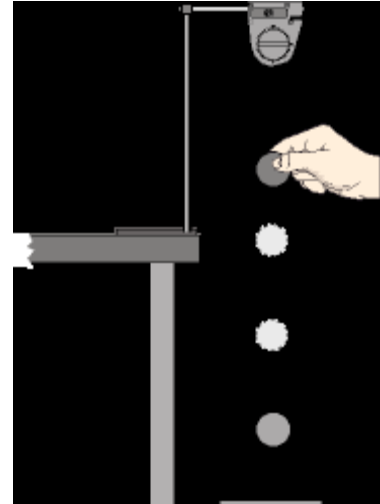


Rys.1 Czujnik ruchu

TPSS - Teaching Physics in Secondary School

Ustawienie sprzętu

1. Upewnij się, że podłoga jest równa – na tym samym poziomie. Jeśli nie jest, połóż kawałek twardej powierzchni (płyty) na podłodze i wy poziomuj ją podkładając pod spód kawałki papieru.
2. Wyreguluj położenie czujnika ruchu na statywie tak, aby znajdował się około 1,5 m nad podłogą. Wyceluj czujnik w podłogę.



Zapisywanie danych

1. Przygotuj spadek piłki tak, aby spadała prosto w dół pod czujnikiem. Trzymaj piłkę między kciukiem i jednym z pozostałych palców pod czujnikiem ruchu w odległości nie bliższej niż 15 cm.

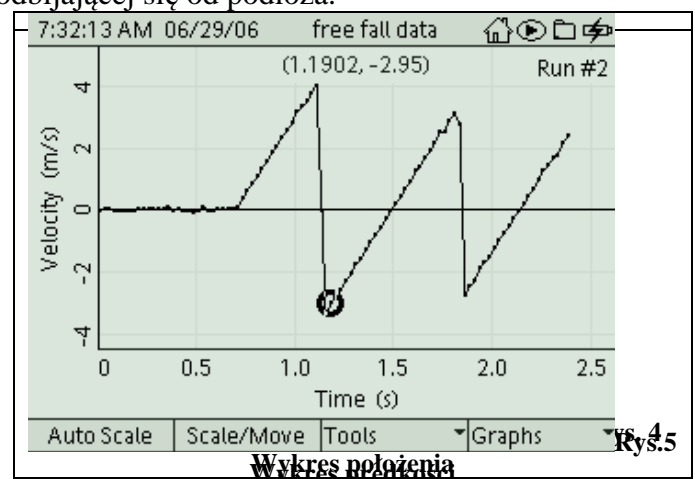
Rys.2. Ustawienie sprzętu

2. Naciśnij start (▶) na GLX, aby rozpocząć zapisywanie danych. Upuść piłkę. Poczekaj, aż odbije się kilka razy.
 - UWAGA: Zabierz rękę tak szybko, jak tylko puścisz piłkę.
3. Zatrzymaj zapisywanie danych po kilku odbiciach piłki od podłogi, naciskając (▶).

ANALIZA

- Okno wykresu pokazuje obraz lustrzany piłki odbijającej się od podłoża.

1. Zmień okno wykresu tak, by pokazywało wykres prędkości. Naciśnij (✓), żeby uaktywnić oś pionową. Ponownie wciśnij (✓), aby otworzyć menu osi. Wybierz „More” i naciśnij (✓), żeby uaktywnić submenu, wybierz „Velocity” (prędkość). Zatwierdź wybór (✓).
2. Zwróć uwagę na to, że część wykresu prędkości piłki znajduje się powyżej osi x – ma wartości dodatnie, a część pod osią x – wartości ujemne. Dzieje się tak, ponieważ czujnik interpretuje ruch w swoim kierunku jako ujemny, a w kierunku przeciwnym jako dodatni.
3. Ustaw kursor za pomocą strzałek na wykresie w punkcie, w którym piłka zaczynała się odbijać.
4. Wciśnij F3, aby otworzyć menu narzędzi – „Tool”. Wybierz liniowe dopasowanie – „Linear fit” i naciśnij (✓), aby zaakceptować wybór. Jeśli jest taka konieczność dostosuj



Wykres prędkości

Rys.4






TPSS - Teaching Physics in Secondary School

wybraną część wykresu tak, aby dopasowanie liniowe dotyczyło tylko jednego odbicia. (Naciśnij F3 i wybierz „Swap Cursor” z menu narzędzi – „Tools”).

- Tangens kąta nachylenia wykresu jest równy przyspieszeniu piłki, gdy znajduje się ona w powietrzu.
5. Zapisz wartość tangensa kąta nachylenia w tabeli danych. Jest to wartość przyspieszenia spadającego przedmiotu spowodowanego grawitacją.

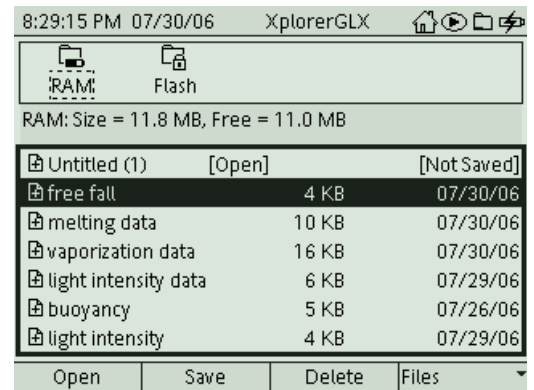
Zapisz wyniki w raporcie

DODATEK

Aby otworzyć plik GLX, idź do Okna Domowego – Home Screen (naciśnij ). Następnie wybierz pliki z danymi – Data Files i uaktywnij naciskając Activate . Z plików z danymi wybierz ten, który chcesz, używając strzałek. Naciśnij F1, aby go otworzyć. Jeśli chcesz wrócić do domowego okna wciśnij . Aby otworzyć okno wykresu naciśnij F1.



Ikona plików z danymi.



10. Raport: Spadek swobodny

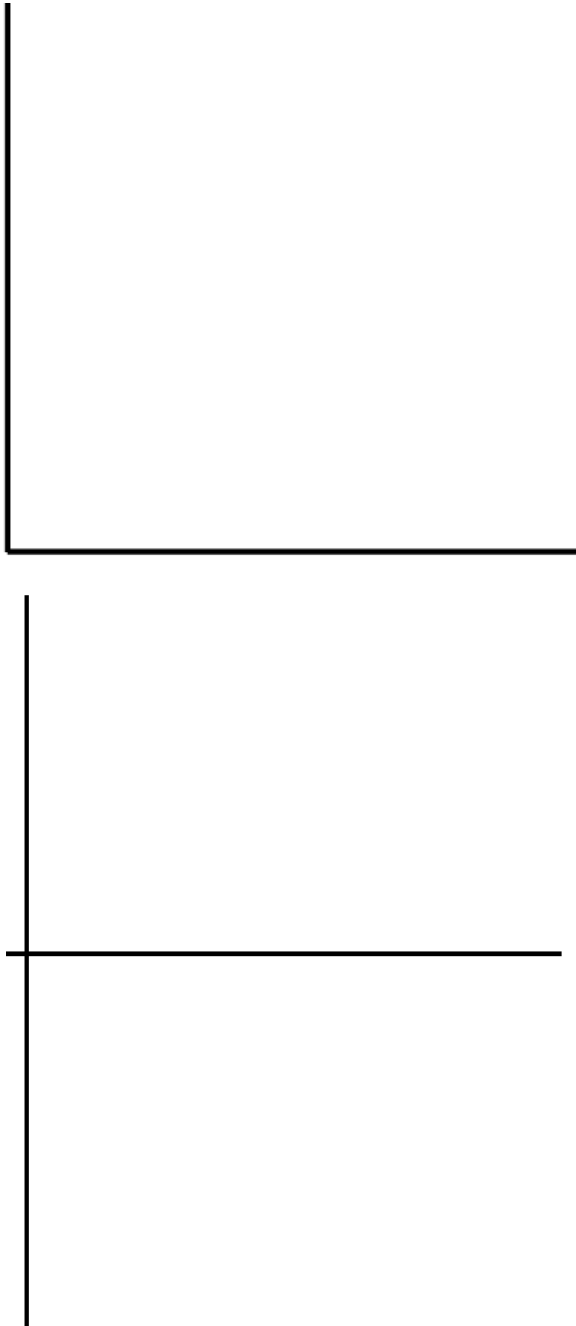
Imię i nazwisko _____ Data _____

DANE

Korzystając z danych pochodzących z czujnika ruchu naszkicuj wykres zależności położenia od czasu i prędkości od czasu dla piłki. Podpisz osie, pamiętaj o jednostkach.



TPSS - Teaching Physics in Secondary School



DANE

„g” (tangens nachylenia wykresu prędkości do osi x) = _____

PYTANIA



TPSS - Teaching Physics in Secondary School

1. Jaka jest wartość przyspieszenia ziemskiego wyznaczona przez Ciebie? Porównaj ją z ogólnie przyjętą wartością przyspieszenia ziemskiego dla swobodnego spadku wynoszącą $9,8\text{m/s}^2$.

- Przypomnienie: $\text{błąd procentowy} = \left| \frac{\text{wartość przyjęta} - \text{wartość wyznaczona}}{\text{wartość przyjęta}} \right| \cdot 100\%$

2. Jakie czynniki mogły spowodować, że wartość wyznaczona eksperymentalnie różni się od wartości ogólnie przyjętej?



TPSS - Teaching Physics in Secondary School

11. Doświadczenie: Zmiana pędu

Mechanika: pęd, zmiana pędu;

GLX plik: **impulse**

Potrzebny sprzęt	Nr części	Ilość sztuk
PASPORT Xplorer GLX	PS-2002	1
PASPORT Morion Sensor (czujnik ruchu)	PS-2103	1
PASPORT Force Sensor (czujnik siły)	PS-2104	1
Tor PASCO długości 1,2 m		1
GOcar (wózek)	ME-6951	1
Podpórka ze zderzakami	CI-6545	1
Zestaw odważników z haczykami do zawieszenia	SE-8759	1
Waga	SE-8723	1
Ciężka książka		2

CEL

Celem tego ćwiczenia jest badanie zmiany pędu i popędu siły (rozumianej jako iloczyn siły i zmiany czasu) podczas zderzenia.



WSTĘP

Popęd zależy od siły działającej podczas zderzenia oraz od czasu jej działania. Popęd jest wielkością wektorową i ma taki sam kierunek jak siła. Jednostką popędu jest N·s.

$$\text{POPEĘD} = F \cdot \Delta t$$

Jeśli na ciało działa siła, jego pęd się zmienia. Na przykład podczas zderzenia ciała z przeszkodą, jego pęd ulega zmianie. Wartość zmiany pędu jest taka sama niezależnie od tego, czy zderzenie jest nagłe, czy też trwa przez dłuższy czas. Różnica między szybszym i wolniejszym zderzeniem zależy od wartości działającej siły. Podczas krótkiego zderzenia wartość działającej siły jest większa niż podczas wolnego zderzenia.

Jeśli siła działa na ciało, to zmiana pędu jest równa popędowi siły:

$$\text{Popęd} = F \Delta t = \Delta m v = m v_k - m v_p$$

BEZPIECZEŃSTWO

TPSS - Teaching Physics in Secondary School

- Postępuj zgodnie z instrukcjami załączonymi do sprzętu.

NA POCZĄTKU


Czujnik ruchu służy do pomiaru ruchu wózka podczas zderzenia, a czujnik siły mierzy siłę działającą podczas zderzenia. Porównaj zmianę pędu wózka i popęd.

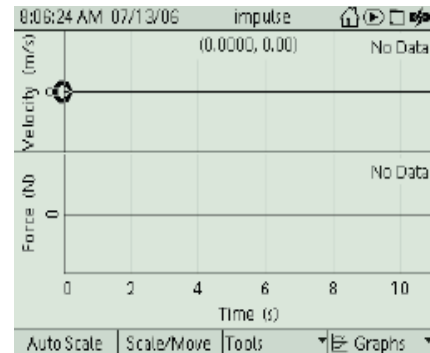
PRZEWIDYWANIA

Odszukaj podobieństwa między zmianą pędu i popędem podczas zderzenia.

SPOSÓB POSTĘPOWANIA

Uruchomienie GLX

1. Włącz GLX naciskając przycisk .
2. Otwórz GLX i uruchom plik **impulse** (sprawdź w Dodatku na końcu tej instrukcji).
- Plik jest ustawiony w taki sposób, że ruch jest mierzony 50 razy na sekundę (50 Hz), a siła 500 razy na sekundę (500 Hz). Okno wykresu otwiera się z wykresem zależności prędkości od czasu oraz wykresem zależności siły od czasu. Wykres przedstawia pomiary pochodzące z obu czujników.
3. Podłącz czujnik ruchu do pierwszego portu, a czujnik siły do drugiego portu GLX. Wybierz zakres pomiaru przełącznikiem umieszczonym na czujniku ruchu.

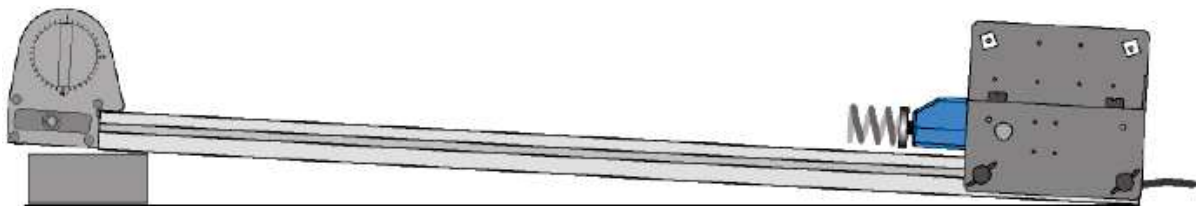


Rys.1 Okno wykresu



Ustawienie sprzętu

1. Zamontuj czujnik siły na podpórce, a do niej z przodu przymocuj zderzak.
2. Zamontuj podpórkę na torze.
3. Przymocuj czujnik ruchu na przeciwnym końcu toru. Unieś koniec toru o około 5 cm. Ustaw czujniki naprzeciw siebie. Zaznacz na torze odległość około 20 cm od czujnika ruchu.



Rys.2 Ustawienie toru i czujników

TPSS - Teaching Physics in Secondary School

4. Usztywnij niższy koniec toru np. ustawiając coś ciężkiego za nim - książkę, żeby tor nie ruszał się podczas zderzenia.
5. Zmierz i zapisz masę wózka.
 - UWAGA Łatwiej przeprowadzić ćwiczenie, gdy jedna osoba trzyma wózek, a druga trzyma Explorer GLX.

Zapisywanie danych

1. Połóż wózek w odległości około 20 cm od czujnika ruchu (czyli w punkcie, który wcześniej zaznaczyłeś).
2. Wyzeruj czujnik siły, naciskając zero na czujniku.
3. Żeby zacząć zapisywanie danych naciśnij start . Puść wózek tak, żeby zjeżdżał w dół toru.
4. Żeby zakończyć zapisywanie danych po zderzeniu wózka ze zderzakiem, naciśnij .

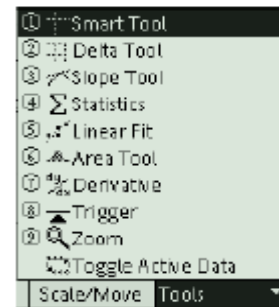
ANALIZA

Skorzystaj z okna wykresu, żeby zbadać zależność prędkości wózka od czasu. Określ prędkość, jaką miał wózek przed, a jaką po zderzeniu. Wykorzystaj dane do obliczenia zmiany pędu.

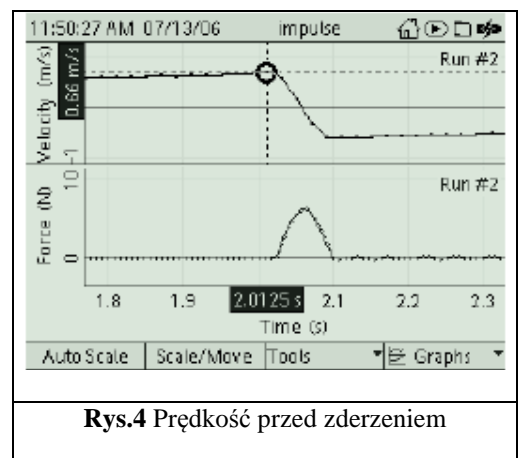
Skorzystaj z okna wykresu, aby zbadać zależność siły od czasu. Określ pole powierzchni pod krzywą. To pole powierzchni jest równe popędowi.

Porównaj zmianę pędu wózka z popędem.

1. Naciśnij F2, żeby uaktywnić „Scale/Move”. Przełączaj między „Scale” i „Move”. W celu poszerzenia poziomej osi w oknie wykresu posłuż się strzałkami z klawiatury.
2. Skorzystaj ze „Smart Tool”, żeby znaleźć prędkość wózka. Naciśnięcie F3 spowoduje, że otworzy się menu narzędzi. Wybierz „Smart Tool” i kliknij , żeby zaakceptować wybór. Korzystając ze strzałek poruszaj się po menu „Smart Tool”, aby znaleźć prędkość wózka przed zderzeniem. Zapisz prędkość w tabeli danych.
3. Następnie również korzystając ze strzałek i „Smart Tool” odzyskaj prędkość wózka po zderzeniu. Zapisz jej wartość.





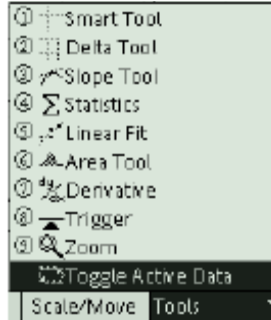
Rys.4 Wybierz „Smart Tool”



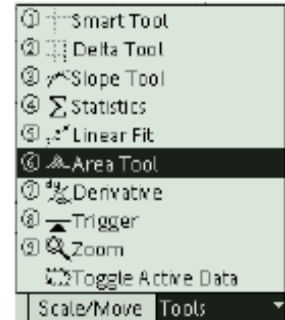
Rys.4 Prędkość przed zderzeniem

TPSS - Teaching Physics in Secondary School

- Naciśnij F3, żeby otworzyć wyniki pomiarów czujnika siły i menu narzędzi. Za pomocą strzałek wybierz „Toggle Active Data” i naciśnij , żeby potwierdzić wybór.
 - Aktywny kursor zostanie przełączony na wykres danych dotyczących siły.
- Korzystając ze strzałek ustaw kursor w punkcie, w którym siła zaczęła działać – na początku. Otwórz menu „Tool” i wybierz „Area Tool”. Naciśnij , żeby potwierdzić wybór. Za pomocą strzałek ustaw kursor w punkcie końcowym – na końcu zderzenia.
 - Wykres będzie przedstawiał pole pod krzywą siły od czasu.
- Zapisz pole pod wykresem jako popęd.



Rys.5 „Toggle Active Data”






Rys.6 „Area Tool”

Zapisywanie danych: Inne typy zderzeń




- Powtórz zapisywanie i analizę danych dotyczących zderzeń.
 - Zmień masę wózka przez dołożenie obciążnika.
 - Zmień typ zderzaka.
- Zapisz wartości odważników i prędkości wózka oraz wartość popędu w tabeli danych.

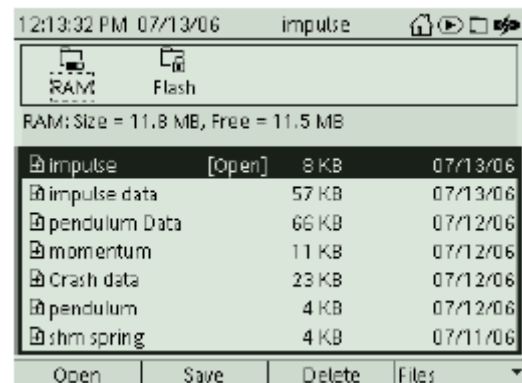
ANALIZA

- Naciśnij , żeby zmienić wykres tzn. aby pokazywał wybrany zakres danych osi pionowej. Żeby przejść do „Run #_” w lewym górnym rogu, trzeba nacisnąć strzałkę . W celu otarcia menu i wybrania kroku pomiarowego naciśnij .
- Powtórz analizę dla wszystkich ćwiczeń, które wykonywałeś.

Zapisz swoje wyniki i odpowiedzi w raporcie.

DODATEK: Otwarcie pliku GLX

Aby otworzyć plik GLX, idź do Okna Domowego – Home Screen (naciśnij ). Następnie wybierz pliki z danymi – Data Files i uaktywnij naciskając Activate . Z plików z danymi wybierz ten, który chcesz używając strzałek. Naciśnij F1, aby go otworzyć. Jeśli chcesz wrócić do domowego okna wciśnij . Aby otworzyć okno wykresu naciśnij F1.





TPSS - Teaching Physics in Secondary School

12. Raport: Popęd i zmiana pędu

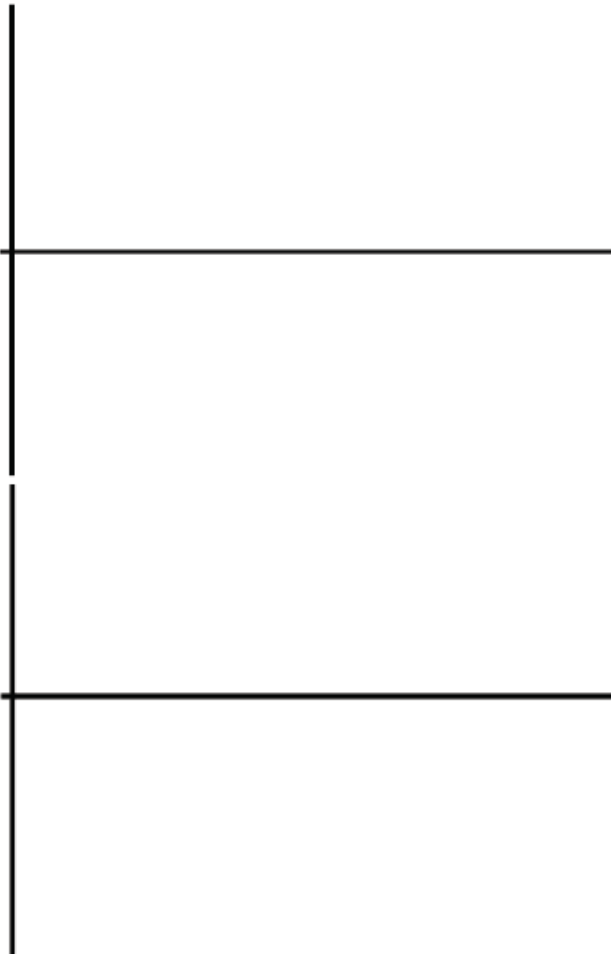
Imię i nazwisko _____ Data _____

PRZEWIDYWANIA

Jak się zmienia pęd wózka podczas zderzenia? Co się wówczas dzieje z popędem? Porównaj zmianę pędu i popęd.

DANE

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





TPSS - Teaching Physics in Secondary School

Tabela Danych

Numer pomiaru	Masa (kg)	Prędkość przed (m/s)	Prędkość po (m/s)	Pęd przed (kg·m/s)	Pęd po (kg·m/s)
1					
2					
3					
4					
5					

Obliczenia

Oblicz pęd początkowy – przed zderzeniem i pęd końcowy – po zderzeniu, a następnie zmianę pędu.

$$\Delta mv = mv_k - mv_p$$

Porównaj ze sobą zmianę pędu (Δp) i popęd (pole pod wykresem). Oblicz procentową różnicę zmiany pędu (Δmv) i popędu.

$$\% \text{ różnica} = \left| \frac{\Delta mv - \text{popęd}}{\left(\frac{\Delta mv + \text{popęd}}{2} \right)} \right| \cdot 100\%$$

Numer pomiaru	Δp (kg·m/s)	Popęd (N·s)	Procentowa różnica
1			
2			
3			
4			
5			



TPSS - Teaching Physics in Secondary School

Pytania

1. Dlaczego wartość prędkości wózka zmieniła się z dodatniej przed zderzeniem na ujemną po zderzeniu?
2. Dlaczego pole powierzchni pod wykresem siły od czasu można odczytać jako wartość popędu?
3. Jakie są przyczyny tego, że zmiana pędu jest różna od zmierzonego popędu?
4. Ogólnie, jakie są podobieństwa między zmianą pędu i popędem?
5. Czy Twoje wyniki pokrywają się z przewidywaniami?
6. Jednostką pędu jest $\text{kg}\cdot\text{m/s}$, a jednostką popędu jest $\text{N}\cdot\text{s}$. Pokaż, że te jednostki są sobie równe. (Wskazówka: Jaka jest definicja niutona – N ?)