

## Przyspieszenie na nachylonym torze

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

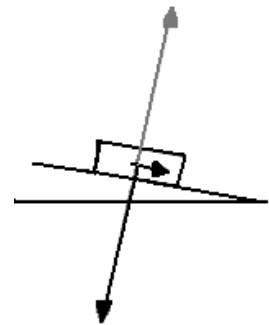
Celem tego ćwiczenia jest zbadanie zależności między położeniem, prędkością i przyspieszeniem w ruchu prostoliniowym.

### 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  $\theta$ , 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.

## SPOSÓB POSTĘPOWANIA

### Uruchomienie GLX

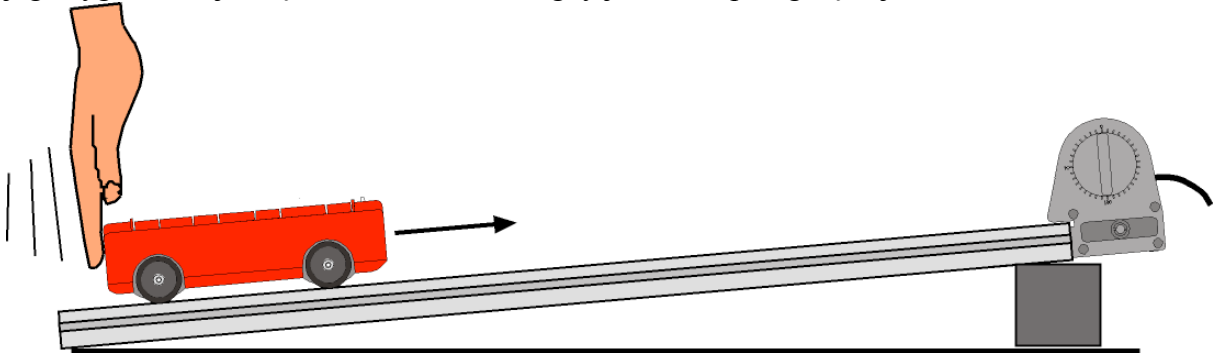
1. Podłącz czujnik ruchu do jednego z portów GLX, który znajduje się w górnej części Xplorera. Ustaw przełącznik znajdujący się na czujniku ruchu na odpowiednim zakresie pomiaru odległości.
2. Włącz GLX naciskając przycisk .
- Okno wykresu otwiera się z wykresem zależności położenia (m) od czasu (s).



Rys.1 Czujnik ruchu



### Ustawienie sprzętu

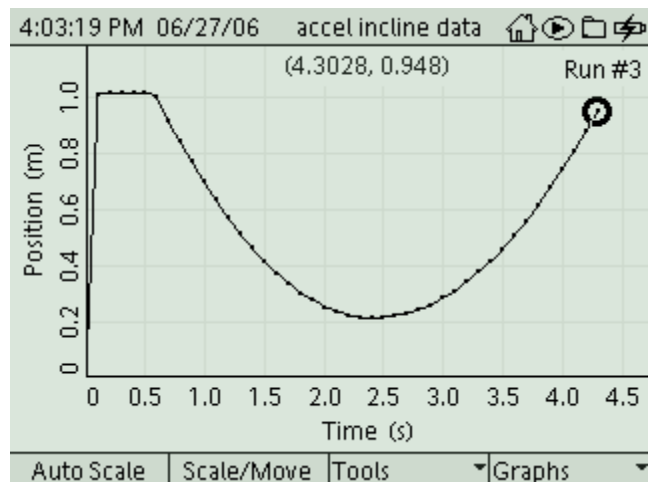
1. Ustaw tor na stole, a na jednym z końców przymocuj czujnik ruchu.
2. Pod ten sam koniec podłóż książki, aby tor był nachylony pod małym kątem.
3. Umieść wózek na torze tak, aby był skierowany w stronę czujnika. Ustaw czujnik tak, aby jego sygnał odbijał się od wózka zarówno gdy jedzie on pod górę 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 mniejszą niż 15 cm.) Kontynuuj gromadzenie danych, dopóki wózek nie wróci na początek toru (na dół).
  3. Naciśnij () , żeby zakończyć zapisywanie danych, gdy tylko wózek zjedzie w dół na koniec toru.
- Okno wykresu pokaże wykres zależności położenia od czasu.

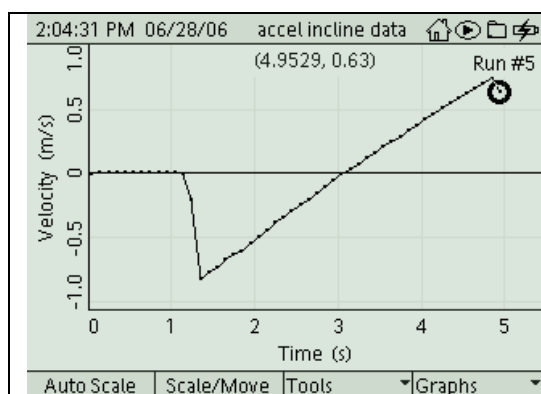


Rys.3 Wykres zależności położenia od czasu

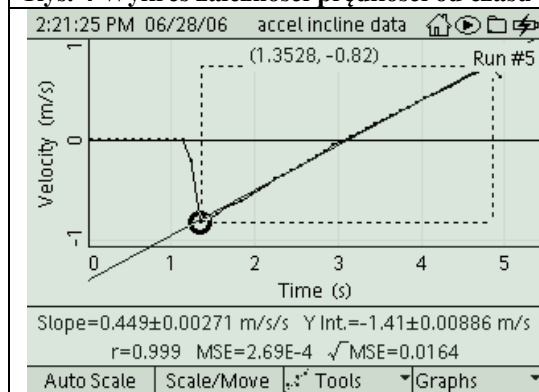
## ANALIZA

Najpierw odszukaj 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.

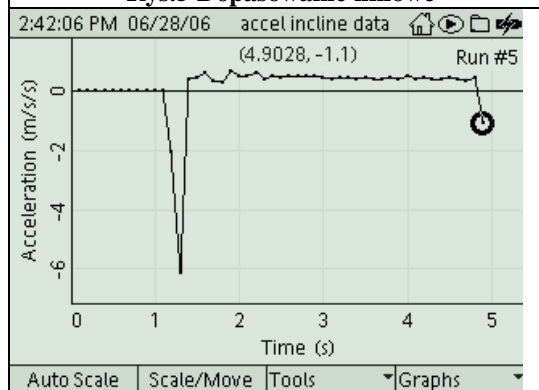
1. W oknie wykresu uaktywnij oś pionową, naciskając . Ponownie wciśnij , aby otworzyć menu osi. Korzystając ze strzałek wybierz „More” i naciśnij , żeby uaktywnić submenu.
2. Wybierz „Velocity” (prędkość) z submenu i naciśnij , aby potwierdzić wybór. Wykres będzie zależnością prędkości (m/s) od czasu (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  $\bar{\theta}$ . „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.

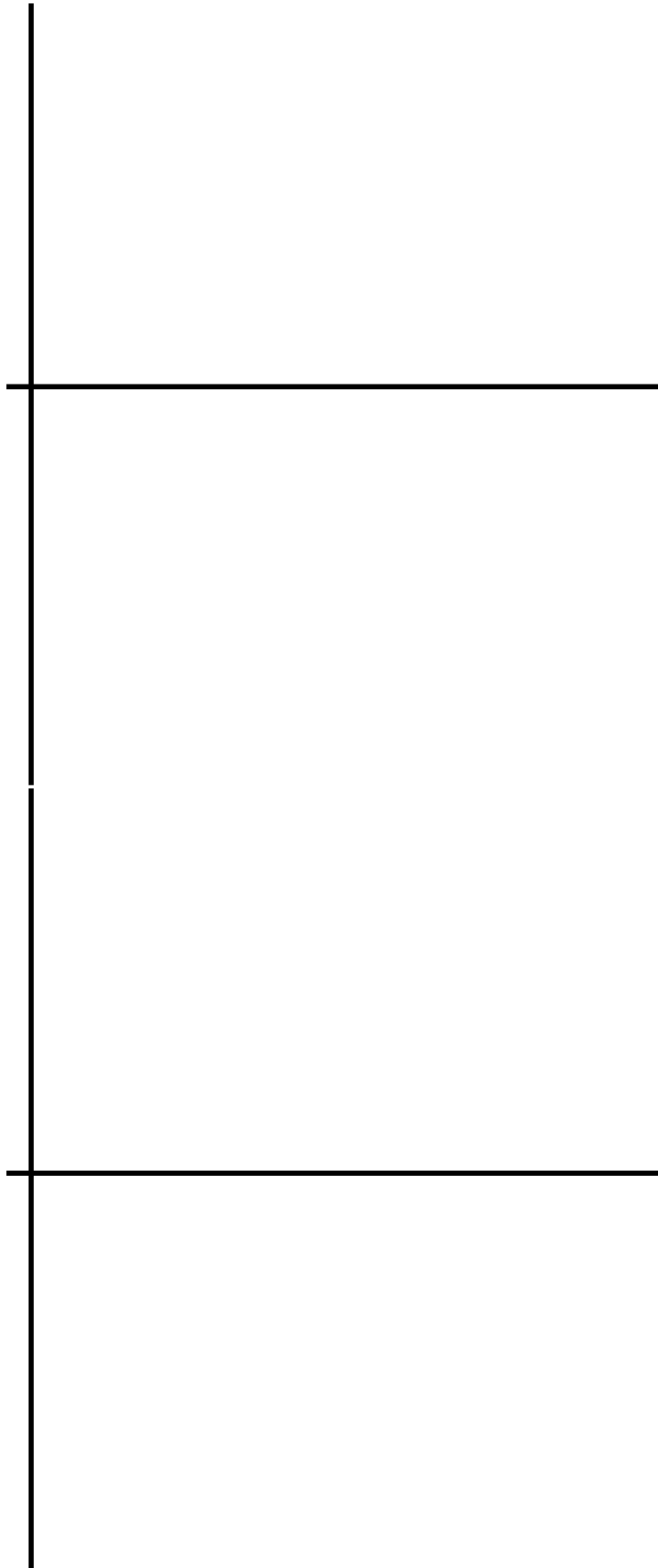
**Zapisz wyniki i odpowiedzi na pytania w Raporcie.**

**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)	$\text{m/s}^2$
Przyspieszenie (średnie)	$\text{m/s}^2$

### 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.