

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		

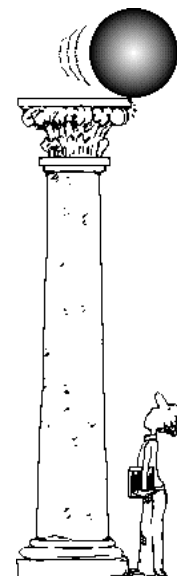
CEL

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.

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.

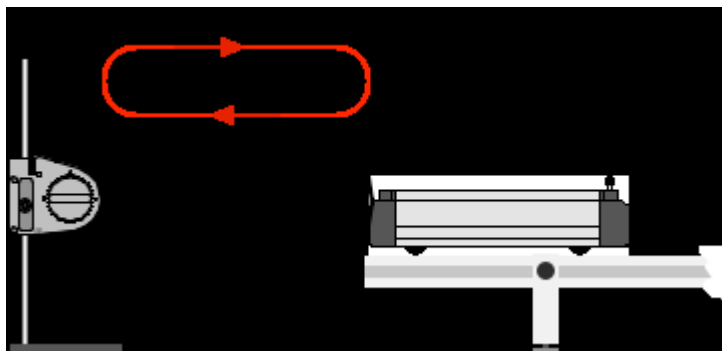
KILKA INFORMACJI O CZUJNIKU RUCHU

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 równy 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).




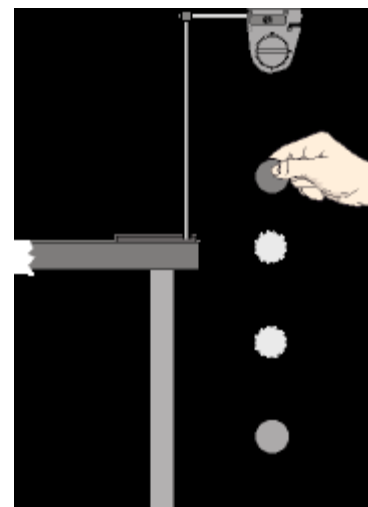
Rys.1 Czujnik ruchu

Ustawienie sprzętu


1. Upewnij się, że podłoga jest równa – na tym samym poziomie. Jeśli nie jest, połóż kawałek twardej powierzchni (płyty) na podłodze i wypoziomuj 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.
2. Naciśnij start () na GLX, aby rozpocząć zapisywanie danych. Upuść piłkę. Poczekaj, aż odbije się kilka razy.








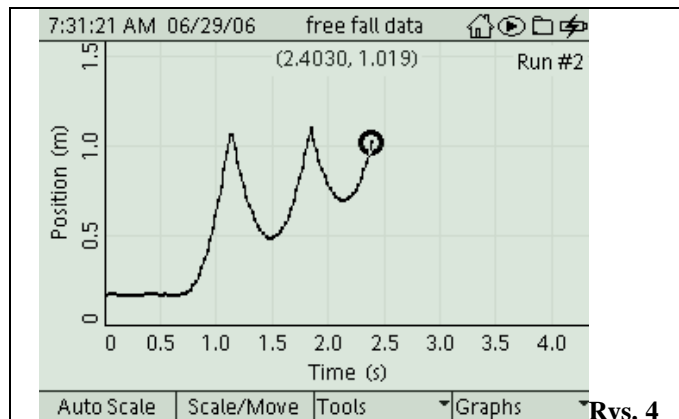
Rys.2. Ustawienie sprzętu

- UWAGA: Zabierz rękę tak szybko, jak tylko puścisz piłkę.
- 3. Zatrzymaj zapisywanie danych po kilku odbiciach piłki od podłogi, naciskając .

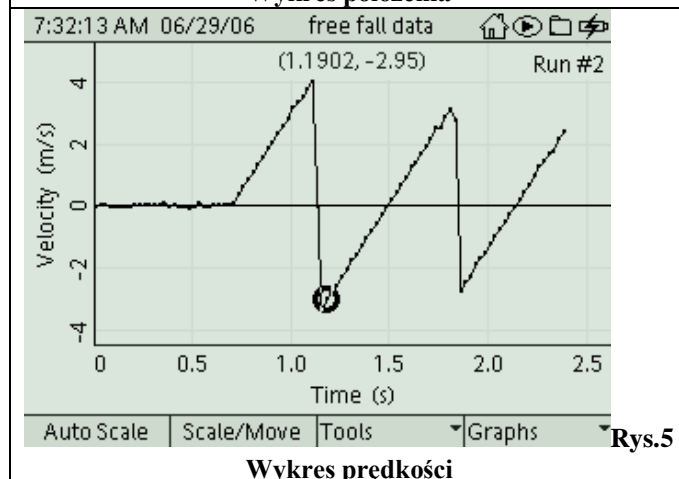
ANALIZA

- 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 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.






Wykres położenia



Wykres prędkości

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 . 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.

File Name	Size	Date
free fall	4 KB	07/30/06
melting data	10 KB	07/30/06
vaporization data	16 KB	07/30/06
light intensity data	6 KB	07/29/06
buoyancy	5 KB	07/26/06
light intensity	4 KB	07/29/06

Raport: Przyspieszenie ziemskie

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.



DANE

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

PYTANIA

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?