



7. DOŚWIADCZENIA KINEMATYCZNE

Cele ogólne

1. Utrwalenie podstawowych pojęć fizycznych związanych z opisem ruchu.
2. Poznanie podstawowych zasad rejestracji i analizy parametrów ruchu za pomocą komputera i zestawu pomiarowego Coach.

Cele operacyjne

1. Przypomnienie wielkości opisujących ruch oraz zależności występujących między nimi.
2. Nabycie umiejętności:
 - wykorzystania możliwości pomiarowych zestawu Coach i czujnika położenia do badania ruchu.
 - planowania eksperymentu prezentującego dany rodzaj ruchu,
 - rejestracji dowolnego rodzaju ruchu w odpowiednim układzie odniesienia,
 - prawidłowej analizy i interpretacji fizycznej otrzymanych wyników w celu wyeliminowania miskoncepcji dotyczących takich pojęć, jak położenie, prędkość i przyspieszenie w ruchu jednostajnym i jednostajnie zmiennym.

Stosowane przyrządy:

Zestaw komputerowy
Interfejs pomiarowy Coachlab II
Program Coach 5
Ultradźwiękowy miernik położenia
Samochód na baterię
Wózek
Stolik

Badane zjawisko

Badając ruch prostoliniowy przyjmujemy taki układ odniesienia, który umożliwi najprostszemu opisowi ruchu, np. oś OX obieramy na prostej, wzdłuż której ciało się porusza. Równanie ruchu jednostajnego prostoliniowego jest następujące:

$$x(t) = x_0 + vt \text{ .}$$

Wykresem zależności $x(t)$ jest linia prosta, czyli droga x jest wprost proporcjonalna do czasu t .

W ruchu jednostajnie przyspieszonym przyspieszenie a jest stałe. Równanie prędkości tego ruchu, gdy $v_0 = 0$ jest następujące:

$$v(t) = at \text{ ,}$$

natomiast równanie opisujące położenie ciała w funkcji czasu, gdy $x_0 = 0$ i $v_0 = 0$ przyjmuje postać:

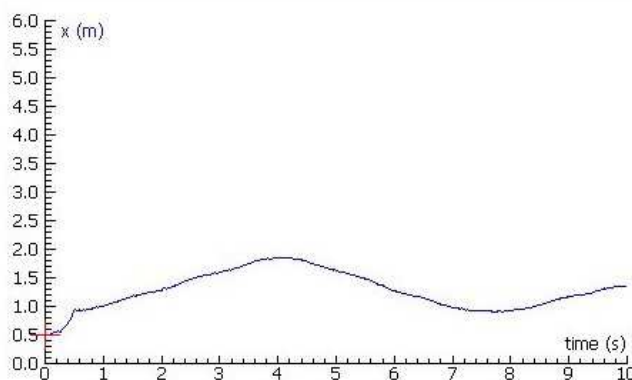
$$x(t) = \frac{1}{2} at^2 \text{ .}$$

Wykonanie doświadczenia

Do konsoli pomiarowej Coachlab II podłącz ultradźwiękowy miernik położenia. W programie Coach 5 wybierz projekt *Exploring Physics*, a następnie wczytaj przykład pt. *Understanding motion*. Klikając prawym klawiszem myszki na ikonie czujnika ruchu wybierz opcję *Display as a digram*, pozwalającą wyświetlić okno wykresu.

1. Badanie dowolnego ruchu

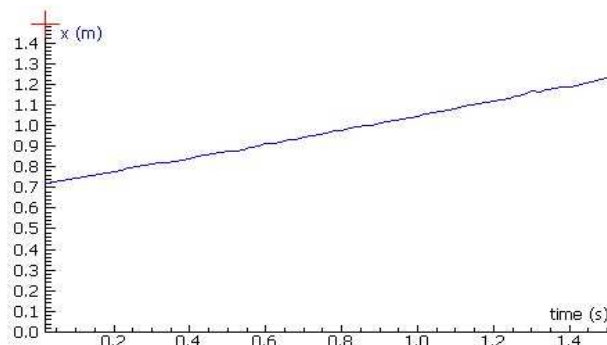
Rozpocznij pomiar i przemieszczaj się w kierunku od i do miernika położenia oraz obserwuj tworzenie się wykresu $x(t)$ na ekranie komputera w czasie rzeczywistym.



Rys. 1. Wykres położenia w funkcji czasu dla dowolnego ruchu.

2. Badanie ruchu jednostajnego

Sprawdź czy samochód na baterię porusza się po stole ruchem jednostajnym. Wykonaj odpowiednie pomiary i przeprowadź analizę tego ruchu.



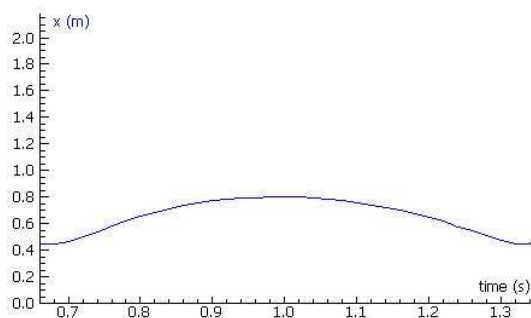
Rys. 2. Wykres położenia w funkcji czasu dla ruchu jednostajnego.

Uzyskaj wykres prędkości w funkcji czasu dla omawianego ruchu korzystając z opcji (po wciśnięciu prawego klawisza myszki) *Process* i *Derivative*. Lepsze wygładzenie wykresów można uzyskać stosując opcję *Filter Graph* dostępną po wciśnięciu prawego klawisza myszki i wybraniu pozycji *Process*.

3. Badanie ruchu jednostajnie przyspieszonego i jednostajnie opóźnionego

Zbadaj rzut pionowy zeszytu lub notatnika formatu A4 podzuczając go do góry nad miernikiem położenia. Ustaw czas pomiaru na 2 s, a częstotliwość pomiaru - *Frequency* - 25 na sekundę.

Analizując wykresy prędkości i przyspieszenia sprawdź czy zeszyt porusza się ku górze ruchem jednostajnym, a ku dołowi ruchem jednostajnie przyspieszonym.



Rys. 3. Wykres położenia w funkcji czasu dla rzutu pionowego zeszytu.

4. Badanie ruchu wózka na równi pochyłej

Do wózka przymocuj miernik położenia i umieść go na równi pochyłej. Przyrząd ustaw naprzeciwko szafy lub ściany tak, aby fale ultradźwiękowe mogły swobodnie odbijać się od przeszkody i wracać do miernika. Wykonaj kilka pomiarów dla przypadku, gdy wózek zjeżdża w dół równi. Analizując wykresy położenia, prędkości i przyspieszenia w funkcji czasu upewnij się, czy jest to ruch jednostajnie przyspieszony. Zbadaj również jakim rodzajem ruchu porusza się wózek gdy wjeżdża „pod górę”.

Obliczenia

1. Odczytaj z uzyskanego wykresu dla dowolnego ruchu z jaką prędkością oddalałeś się od miernika położenia, a z jaką przybliżałeś.
2. Oblicz z jaką prędkością poruszał się samochód ruchem jednostajnym.
3. Oblicz z jakim opóźnieniem poruszał się zeszyt wznosząc się ku górze, a z jakim przyspieszeniem opadał w dół.
4. Określ przyspieszenie i opóźnienie wózka na równi pochyłej. Zmieniając kąt nachylenia równi powtórz pomiary i zbadaj, w jaki sposób przyspieszenie wózka zależy od kąta nachylenia równi.

Dyskusja wyników i wnioski

1. W przypadku dowolnego ruchu możemy wyznaczyć prędkość chwilową z jaką się poruszamy oraz możemy stwierdzić jaki rodzaj ruch obserwujemy w danej chwili.
2. Badając ruch jednostajny możemy określić z jaką prędkością porusza się ciało oraz stwierdzić, czy jest to rzeczywiście taki rodzaj ruchu.
3. Dla ruchu jednostajnie zmiennego wykresy prędkości i przyspieszenia, uzyskane po zróżniczkowaniu odpowiednio położenia po czasie i prędkości po czasie, nie zawsze są liniowe. Ich nieregularność wynika z niepewności pomiarowych występujących podczas pomiaru położenia.
4. Znajdź w literaturze przykłady wykorzystania pomiarów parametrów ruchu w nauce i technice.

Literatura

- [1] Pomiary fizyczne za pomocą komputera, H. Szydłowski, Wyd. UAM, Poznań 1999.
 [2] J. Turło, A. Karbowski, Z. Turło, Fizyka z komputerem, Top Kurier, Toruń, 1996.
 [3] Doświadczenia fizyczne wspomaganie komputerowo, Pracownia Dydaktyki Fizyki IF UMK, red. J. Turło, 1995.