

WYZNACZANIE PRZYSPIESZENIA W RUCHU JEDNOSTAJNIE PRZYSPIESZONYM

Temat ćwiczenia:

Wyznaczanie przyspieszenia w ruchu jednostajnie przyspieszonym

Treści podstawy programowej:

13.1

Cele ćwiczenia:

- Przeprowadzenie pomiar czasu, w jakim badane ciało przebywa równe odcinki drogi oraz zanotowanie wyników pomiarów w tabeli pomiarowej
- Oznaczenie niepewności wykonanych pomiarów bezpośrednich
- Zapisanie końcowych wyników pomiaru z uwzględnieniem niepewności pomiarowych
- Na podstawie wyników pomiarów wykreślenie zależności drogi od czasu oraz drogi od kwadratu czasu w badanym ruchu z uwzględnieniem prostokątów niepewności pomiarowych
- Na podstawie wykresu zależności drogi od kwadratu czasu wyznaczenie przyspieszenia, jako tangensa kąta nachylenia wykresu
- Wyznaczenie niepewności pomiaru pośredniego przyspieszenia,
- Sporządzenie samodzielnego sprawozdania z przeprowadzonego doświadczenia
- Sformułowanie wniosków na temat oceny błędów pomiarowych
- Nabycie umiejętności organizowania stanowiska pomiarowego

Wstęp:

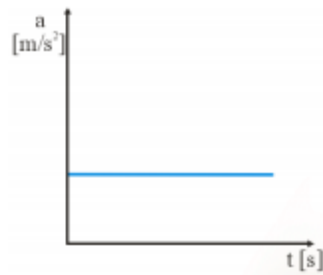
Wielkością fizyczną, która informuje nas o tym, jak zmienia się prędkość w danym ruchu jest przyspieszenie średnie i chwilowe. Do opisu ruchów zmiennych wystarczy znajomość pojęcia przyspieszenia średniego zwanego krótko przyspieszeniem. Przyspieszenie jest to iloraz przyrostu prędkości i czasu, w którym ten przyrost nastąpił. Wyrażamy je w m/s²

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

Ruch prostoliniowy, w którym wartość przyspieszenia jest stała nazywamy ruchem jednostajnie zmienny. Kierunek przyspieszenia jest zgodny z kierunkiem prędkości ciała.

$$\vec{a} = \text{const}$$

Ponieważ $\vec{a} = \text{const}$ zatem wykres przedstawiający zależność jest wykresem funkcji stałej:



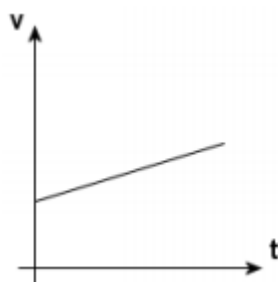
Ruchy prostoliniowe jednostajnie zmienne dzielimy na jednostajnie przyspieszone i jednostajnie opóźnione.

Jeżeli prędkość i przyspieszenie mają taki sam zwrot, to ciało porusza się ruchem jednostajnie przyspieszonym.

Szybkość ciała w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym jest liniową, rosnącą funkcją czasu:

$$v = v_0 + at$$

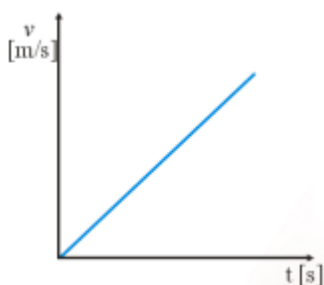
Wykresem zależności szybkości od czasu jest półprosta, której nachylenie do osi zależy od wartości przyspieszenia:



W szczególności w ruchu jednostajnie przyspieszonym bez prędkości początkowej (), szybkość ciała dana jest wzorem:

$$v = a * t$$

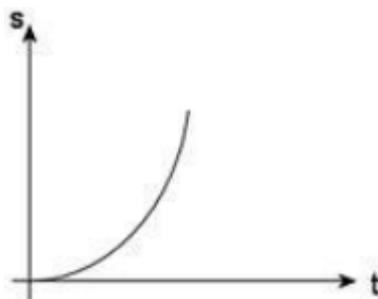
Wykresem zależności szybkości od czasu jest półprosta wychodząca z początku układu współrzędnych. A jej nachylenie do osi zależy od wartości przyspieszenia.



W ruchu jednostajnie przyspieszonym bez prędkości początkowej ($v_0 = 0$) odbywającym się z przyspieszeniem o wartości a droga przebyta w czasie t wyraża się wzorem:

$$s = \frac{at^2}{2}$$

Wykresem zależności w tym ruchu jest część jednej gałęzi paraboli:



Przyrządy pomiarowe i materiały:

Książki, ławka szkolna, bateria, przymiar milimetrowy, stoper, poziomica

Wykonanie doświadczenia:

1. Przechylamy ławkę pod niewielkim kątem tak, aby bateria toczyła się powoli.
2. Umieszczamy baterię w różnych odległościach od końca ławki ($s_1 = 20 \text{ cm}$, $s_2 = 40 \text{ cm}$, $s_3 = 60 \text{ cm}$, $s_4 = 70 \text{ cm}$, $s_5 = 100 \text{ cm}$, $s_6 = 120 \text{ cm}$).
3. Puszczamy baterię tak, żeby się toczyła i mierzymy czas dotarcia do końca ławki.
4. Wszystkie wyniki notujemy w tabeli.

Imię i Nazwisko:..... Klasa:..... Data:..... Termin zwrotu sprawozdania:..... Temat doświadczenia: <i>Wyznaczanie przyspieszenia w ruchu jednostajnie przyspieszonym</i> Miejsce: Elektroniczne Zakłady Naukowe Treści podstawy programowej: <i>13.1</i>												
TABELA POMIAROWA												
s [m]	t ₁ [s]	t ₂ [s]	t ₃ [s]	t ₄ [s]	t ₅ [s]	t ₆ [s]	t ₇ [s]	t ₈ [s]	t ₉ [s]	t ₁₀ [s]	Δs [m]	Δt [s]
0,20												
0,40												
0,60												
0,80												
1,00												
1,20												
..... (podpis nauczyciela)												

Wskazówki do obliczeń i dyskusji błędów:

1. Obliczamy wartości średnie czasu toczenia się piłeczki dla kolejnych dróg s:

$$t_{sr.} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n} = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 + t_9 + t_{10}}{10}$$

2. Niepewność $\Delta t_{sr.}$ obliczamy z zależności:

$$\Delta t_{sr.} = \frac{|t_1 - t_{sr.}| + |t_2 - t_{sr.}| + |t_3 - t_{sr.}| + |t_4 - t_{sr.}| + |t_5 - t_{sr.}| + |t_6 - t_{sr.}| + |t_7 - t_{sr.}| + |t_8 - t_{sr.}| + |t_9 - t_{sr.}| + |t_{10} - t_{sr.}|}{10}$$

3. Kwadrat czasu obliczamy z zależności:

$$t_{sr.}^2 = t_{sr.} * t_{sr.}$$

4. Niepewność kwadratu czasu obliczamy z zależności:

$$\Delta t_{sr.}^2 = 2 * |\Delta t_{sr.}| * t_{sr.}$$

5. Na podstawie otrzymanych wyników sporządzamy wykresy:

- zależności przebytej drogi od czasu $s(t_{sr.})$

- drogi od kwadratu czasu $s(t_{sr.}^2)$

6. Na wykresie zaznaczamy niepewności pomiarowe.

7. Wartość przyspieszenia obliczamy korzystając z wzorów: $s = \frac{a * t_{sr}^2}{2}$, który przekształcamy do postaci: $a = 2 * \frac{s}{t_{sr}^2}$

Z wykresu $s(t_{sr}^2)$ wynika, że $tga = \frac{s}{t_{sr}^2}$. Oznacza to, że wartość przyspieszenia piłeczki pingpongowej jest równa wartości tangensa kąta nachylenia prostej na wykresie, czyli:

$$a_{obl} = 2 * tga$$

8. Obliczamy wartość tangensa nachylenia prostej do osi biorąc pod uwagę współrzędne dowolnego punktu pomiarowego leżącego na prostej. Odczytujemy s oraz t_{sr} .

9. Obliczamy niepewność względną otrzymania wartości przyspieszenia, korzystając ze wzoru na niepewność pomiaru złożonego dla przyspieszenia, określonego wzorem $a = 2 * \frac{s}{t^2}$, czyli:

$$w = \left| \frac{\Delta s}{s} \right| + 2 * \left| \frac{\Delta t}{t_{sr}} \right|$$

10. Wartości s i t_{sr} bierzemy z naszych wcześniejszych obliczeń.

11. Obliczamy niepewność bezwzględną pomiaru przyspieszenia:

$$\Delta a = w * a_{obl}$$

gdzie: a_{obl} - obliczona wartość przyspieszenia, jako tangens kąta nachylenia

12. Zapisujemy wynik pomiaru:

$$a = (a_{obl} \pm \Delta a) \left[\frac{m}{s^2} \right]$$

Wnioski: