

3.6. Prędkość w ruchu jednostajnie przyspieszonym

Zależność prędkości od czasu w szczególnym przypadku ruchu jednostajnie przyspieszonego, jakim jest spadek swobodny, przedstawiliśmy już na rysunku 3.12. Ogólnie ten wykres może być nieco inny. Wzór (3.6.) definiujący przyspieszenie pozwala nam znaleźć prędkość $v(t)$ w danym momencie czasu t . Zapiszmy ten wzór nieco inaczej:

$$a = \frac{v(t) - v_0}{t}.$$

gdzie prędkość końcową v_k zastąpiliśmy przez $v(t)$, tj. prędkość w chwili t .

Przekształcając ten ostatni wzór, otrzymujemy $v(t) - v_0 = at$, skąd następnie

$$v(t) = v_0 + a \cdot t \quad (3.7.).$$

Aby obliczyć prędkość końcową, musimy więc uwzględnić prędkość początkową. Spadek swobodny to przykład ruchu jednostajnie przyspieszonego z prędkością początkową równą zero. Ruch kamienia pionowo w dół, ale z niezerową prędkością początkową nazwiemy *rzutem* pionowym w dół.

Przykład 3.13.

Do szybu kopalni wrzucono koralik, nadając mu prędkość początkową 5 m/s. Oblicz:

1. jaką prędkość osiągnie on po jednej sekundzie?
2. jaką prędkość osiągnie po trzech sekundach?

Dane:

$$v_0 = 5 \text{ m/s},$$
$$a = 10 \text{ m/s}^2.$$

Znaleźć $v(t)$ dla 1) $t = 1$ s; 2) $t = 3$ s.

Rozwiązanie:

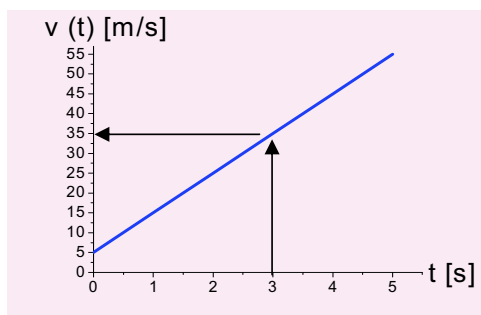
Koralik został wyrzucony w dół z prędkością początkową 5 m/s. Stosujemy wzór (3.7.):

$$1) v = v_0 + at = 5 + 10 \cdot 1 = 15 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right],$$

$$2) v = v_0 + at = 5 + 10 \cdot 3 = 35 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right].$$

Odpowiedź:

Koralik po jednej sekundzie będzie spadał z prędkością 15 m/s, a po trzech sekundach z prędkością 35 m/s, zob. rys. 3.13.



Rys. 3.13. Wykres pokazujący zależność prędkości od czasu dla koralika rzuconego w dół z prędkością początkową 5 m/s. Wykres ten przypomina wykres 3.7. b) (ale oś OY jest inna!). Strzałki pokazują sposób odczytu prędkości dla określonej chwili czasu (przykład 3.13.)

Zależność prędkości od czasu dla koralika rzuconego w dół nadal jest linią prostą, zob. rys. 3.13., ale linia ta nie przechodzi przez początek układu współrzędnych.

Przykład 3.14.

W zawodach curlingu zawodnicy puszczają specjalnie szlifowane, ciężkie kamienie po lodzie. Zakładając, że kamień zostaje wypuszczony z prędkością początkową 5 m/s, a przyspieszenie wynosi $a = -0,25 \text{ m/s}^2$ (czyli jest to opóźnienie), obliczyc:
 1. Jaką prędkośc ma kamień po 4 sekundach?
 2. Po ilu sekundach kamień się zatrzyma?

Rozwiązanie:

Dane:

$$v_0 = 5 \text{ m/s},$$

$$a = -0,25 \text{ m/s}^2,$$

$$t = 4 \text{ s}.$$

Obliczenie:

Korzystamy ze wzoru (3.7.)

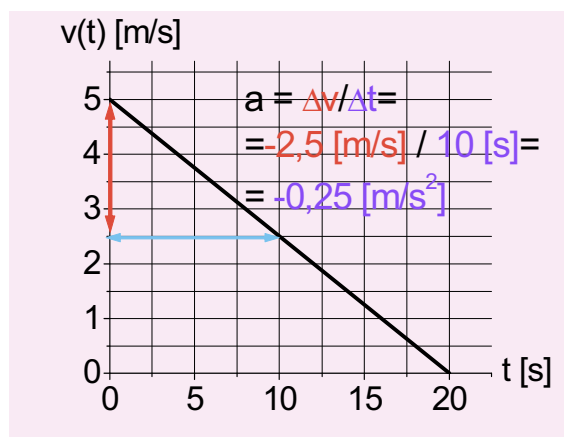
$$1^\circ \quad v = v_0 + a \cdot t = 5 - 0,25 \cdot 4 = 4 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right].$$

2^o Po jakim czasie kamień się zatrzyma? Musimy wyznaczyć czas t , dla którego $v(t) = 0$:

$$v = v_0 + a \cdot t = 0,$$

$$\text{stąd } t = -\frac{v_0}{a} = -\frac{5}{-0,25} = 20 \text{ s}.$$

Kamień zatrzyma się po 20 sekundach. Zilustrujmy ruch kamienia za pomocą wykresu $v(t)$.



http://mvcurling.com/images/New_Photos/New_England_Curling_lg.jpg

Rys. 3.14 Ruch kamienia w zawodach curlingu – zmiana prędkości w zależności od czasu. Ruch jest przykładem ruchu jednostajnie opóźnionego. Wykresem $v(t)$ jest nadal linia prosta, ale inaczej nachylona niż w ruchu jednostajnie przyspieszonym.

Przyspieszenie a nadal liczymy jako stosunek zmiany prędkości Δv do przedziału czasu Δt :

$$a = \Delta v / \Delta t.$$

Jest ono *ujemne* – ruch jest opóźniony

Przykład 3.15.

Wyrzucamy piłkę do góry z prędkością początkową 30 m/s. Po ilu sekundach osiągnie ona maksymalną wysokość (tzn. po ilu sekundach się zatrzyma)? Przyjąc wartość przyspieszenia ziemskiego $g = -10 \text{ m/s}^2$ (przyjmujemy dla przyspieszenia znak minus, jako że prędkośc początkowa jest skierowana do góry, a przyspieszenie w dół).

Rozwiązanie:

Jest to zadanie podobne do poprzedniego. Piłka, lecąc do góry, spowalnia. Korzystamy ze wzoru (3.7.); szukamy takiej wartości t , aby zachodził warunek $v_0 + a \cdot t = 0$,

$$\text{skąd obliczamy } t = -\frac{v_0}{g} = -\frac{30}{-10} = 3 \text{ s}.$$

Odpowiedź: Piłka zatrzyma się po 3 sekundach.